



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Matemáticas**

**Escuela Profesional de Investigación Operativa**

**Programación lineal para la distribución de viajes en  
una empresa de transportes**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación  
Operativa

**AUTOR**

**Paula Beatriz OSORIO CUELLAR**

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

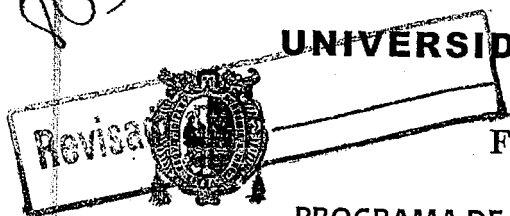
## Referencia bibliográfica

---

Osorio, P. (2016). *Programación lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

805



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

## FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA LA TITULACIÓN PROFESIONAL 2016 - II  
MODALIDAD EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
(RR. N° 03849-R-16)

### ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACION OPERATIVA

#### ACTA DE EXPOSICIÓN DE TESINA

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 11:30 horas, del día 10 de Diciembre del 2016, se reunieron las docentes designadas como miembros del Jurado Evaluador:

Lic. Juan Julio Toledo Rodríguez

Presidente

Lic. Paulo Cesar Olivares Taípe

Miembro

Para la exposición de la Tesina titulada: Programación lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes presentada por la **Br. Paula Beatriz, Osorio Cuellar**

Luego de la exposición de la tesina, los Miembros del Jurado hicieron las preguntas correspondientes, a las cuales la **Br. Paula Beatriz, Osorio Cuellar**

respondió con acierto y solvencia, demostrando pleno conocimiento del tema.

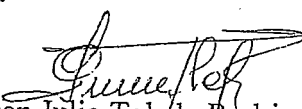
Hecha la evaluación correspondiente, según tabla adjunta, la **Br Paula Beatriz, Osorio Cuellar**

mereció la aprobación obteniendo como calificativo promedio y la nota de ..... Dieciséis (16) (letras y números).

A continuación, los Miembros del Jurado Evaluador, dan manifiesto que la **Br. Paula Beatriz, Osorio Cuellar** aprobó la exposición de la tesina

Siendo las 12 horas, se levantó la sesión, firmando para constancia la presente acta en dos (2) copias originales.

  
Lic. Paulo Cesar Olivares Taípe  
MIEMBRO

  
Lic. Juan Julio Toledo Rodríguez  
PRESIDENTE

# **PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA DISTRIBUCION DE VIAJES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTES**

**Por**

**Paula Beatriz Osorio Cuellar**

Tesina presentada a consideración del Cuerpo Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como parte de los requisitos para obtener el título profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Aprobado por:

---

Lic. Juan Julio Toledo Rodríguez  
Presidente

---

Lic. Paulo César Olivares Taipe  
Miembro

Lima – Perú  
Diciembre – 2016

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

### **OSORIO CUELLAR, PAULA BEATRIZ**

Programación Lineal para la Distribución de Viajes en una Empresa De Transportes, (Lima), 2016.

vii, 41 p., 29.7 cm (UNMSM, Licenciada, Investigación Operativa, 2016).

Tesina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Facultad de Ciencias Matemáticas  
Investigación Operativa  
I. UNMSM / F de CM II. TÍTULO (SERIE)

### ***Dedicatória:***

- A Dios quién supo guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante.
- *A mis padres Beatriz y Daniel* por su apoyo, consejos y palabras de aliento que jamás permitieron que deje de luchar por mis objetivos.
- *A mi Hermano Daniel* por estar siempre presente y acompañándome hasta este punto de mi carrera.
- *A mi abuelo Mario que me ves desde el cielo, gracias por tus sabias palabras.*
- *A Christian mi enamorado por todo el amor que me das, que con tu ejemplo y apoyo me motiva a seguir adelante.*

## **Resumen**

### **PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA DISTRIBUCION DE VIAJES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTES**

Paula Beatriz Osorio Cuellar

Diciembre 2016

**Título obtenido** : Licenciada en Investigación Operativa

---

En esta tesina se elaboró un modelo matemático para el rubro de transporte usando programación lineal con el fin de obtener una distribución de viajes en una empresa de transporte para pasajeros interurbanos con un recorrido de Lima a Ica con paradas las cuales llamaremos agencias.

En la actualidad la distribución se realiza con una hoja simple de Excel y en base a la experiencia se realizan modificaciones en los viajes para la siguiente semana, generando pérdidas monetarias, es por ello que nos vemos en la necesidad de crear una herramienta que realice una óptima distribución de viajes y a la vez incremente la rentabilidad en la programación semanal.

Para llevar a cabo esta distribución se recolecto información de la demanda y se proyectó en base a los tiempos estacionales y factores sociales, por otro lado necesitamos la flota de buses, el tiempo de recorrido, tarifas y costo de realizar cada viaje para luego plantear nuestro modelo de programación lineal con aplicación del software Open Solver obteniendo resultados en una tabla con la distribución optima viajes e incrementando la rentabilidad para finalmente plantear la optimización del proceso la cual nos dará soporte para una toma de decisiones adecuada.

**Palabras clave:** Optimización  
Distribución de Viajes  
Programación Lineal.



## **Abstract**

### **PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA DISTRIBUCION DE VIAJES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTES**

Paula Beatriz Osorio Cuellar

December 2016

**Obtained Degree** : Licence in Operations Research

---

In this thesis, a mathematical model was developed for transportation using linear programming in order to obtain a travel distribution in an interurban passenger traveling company with a travel route from Lima to Ica with bus stops, called agencies.

Nowadays, the distribution is made with a simple Excel worksheet and, based on the obtained experience; modifications are made on the travel routes for the following week however, it keeps generating monetary losses on the weekly schedule.

For this reason, we are in need of developing a tool capable of making an optimal distribution of travel routes and increase the profitability of a weekly schedule.

In order to carry out this distribution, information of the current demand was collected and projected based on seasonal and social factors. On the other hand, we need a bus fleet, travelling time, rates and cost of make each trip and then propose our linear programming model with an application software called Open Solver. The results obtained will be shown on a grid along with the optimal distribution of trips and increasing the profitability so we can propose the optimization process which will help us to make an appropriate decision for the travel distribution.

**Keywords:** Optimization  
Travel Distribution  
Linear Programming.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1</b>  |
| <b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                       | <b>2</b>  |
| 1.1 Empresa en estudio   | 2         |
| 1.2 Situación problemática   | 2         |
| 1.3 Formulación del problema                                       | 3         |
| 1.4 Objetivos  | 3         |
| <b>CAPITULO II - MARCO TEÓRICO</b>                                 | <b>4</b>  |
| 2.1 Importancia de la investigación                                | 5         |
| 2.2 Antecedentes de la investigación                               | 5         |
| 2.3 Bases Teóricas   | 7         |
| 2.3.1 Problema de planificación del transporte público             | 7         |
| 2.3.2 Evolución histórica del problema de ruteo de vehículos (VRP) | 9         |
| 2.3.3 Problema de Ruteo de Vehículos con capacidad (CVRP)          | 10        |
| 2.3.4 Programación lineal  | 11        |
| <b>CAPITULO III – MÉTODOLIGIA</b>                                  | <b>12</b> |
| 3.1 La Empresa   | 12        |
| 3.1.1 Misión   | 13        |
| 3.1.2 Visión   | 13        |
| 3.1.3 Sistema de información                                       | 14        |
| 3.2 Recolección de Información                                     | 15        |
| 3.3 Explicación del modelo   | 16        |
| 3.3.1 Definición de variables de decisión                          | 17        |
| 3.3.2 Definición de la Función Objetivo                            | 18        |
| 3.3.3 Definición de restricciones                                  | 18        |
| 3.3.4 Descripción de restricciones                                 | 20        |
| 3.3.5 Obtención de resultados mediante open solver                 | 27        |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                         | <b>34</b> |
| 4.1 Análisis e Interpretación                                      | 34        |
| 4.2 Presentación de Resultados                                     | 37        |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>38</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>                                  | <b>39</b> |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>41</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.3.1: Etapas de planificación de las operaciones en una empresa de transporte_____ | 7  |
| Figura 2.3.1.1: Mapa del recorrido del servicio_____                                       | 8  |
| Figura 3.2.1: Ejemplo de cómo se modifica las salidas en base a la experiencia__           | 15 |
| Figura 3.2.2: Demanda potencial obtenida de la base de datos_____                          | 16 |
| Figura 3.2.3: Distribución de pasajeros obtenida de la base de datos_____                  | 16 |
| Figura 3.3.4.1: Distribución de pasajeros y turnos obtenida de la base de datos__          | 20 |
| Figura 3.3.4.2: Oferta de unidades que pasan por cada punto_____                           | 21 |
| Figura 3.3.4.3: Promedio de pasajeros por vehículo en cada destino_____                    | 22 |
| Figura 3.3.5.1: Datos de ingreso para llevar a cabo Open Solver_____                       | 27 |
| Figura 3.3.5.2: Demanda para llevar a cabo Open Solver_____                                | 29 |
| Figura 3.3.5.3: Tabla donde se llenará las distribuciones de viajes_____                   | 31 |
| Figura 3.3.5.4: Tabla muestra los viajes y pasajeros por bus_____                          | 33 |
| Figura 4.1.1: Ubicación de la opción del Open Solver_____                                  | 34 |
| Figura 4.1.2: Modelo para ingresar restricciones y variables en Open Solver____            | 34 |
| Figura 4.1.3: Resultados de las distribuciones de viajes para una semana_____              | 36 |

## **INTRODUCCIÓN**

En esta investigación de grado se plantea la solución en 4 capítulos descritos a continuación

En el capítulo 1 se presenta la empresa en estudio junto con la situación problemática basado principalmente en la distribución de viajes en este caso para el servicio Normal para así luego describir la formulación del problema y finalmente los objetivos.

En el capítulo 2 se revisan los antecedentes de la situación problemática de distribución de viajes, planeación de operación del transporte y diseño de rutas de transporte en redes de muchos orígenes y muchos destinos CVRP (Capacited Vehicle Routing Problem)

En el capítulo 3 Se plantea el enfoque metodológico del trabajo en donde se presenta el modelo de programación lineal definida por las variables de decisión y las diferentes restricciones que implican el desarrollo de un modelo de optimización para finalmente aplicar la propuesta y así obtener una solución en base a la rentabilidad obtenida.

Por ultimo en el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos de aplicación del modelo sobre la distribución de viajes reduciendo costos e incrementando la rentabilidad y recomendaciones.

# **CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Empresa en estudio**

La empresa en estudio ofrece transporte terrestre interprovincial de pasajeros, el cual lidera en el mercado por más de 20 años, es una alternativa viable para cubrir las necesidades de viaje por estudio, trabajo, comercio, etc. brinda un servicio a más de 60 mil pasajeros cada día, generando ingresos de más de 250 millones al año.

Entre los distintos servicios que ofrece analizaremos el servicio Normal ya que su participación en ventas representa el 80%; es por ello que cualquier mejora o empeoramiento en dicho servicio afectaría indudablemente a la empresa.

### **Servicio Normal**

Se caracteriza por su frecuencia, con salidas de hasta 5 minutos, las 24 horas del día con paradas en ruta.

Cubre la ruta: Lima, Cañete, Chincha, Pisco e Ica.

### **Control de flota satelital**

Sabemos que la seguridad y ubicación de nuestras unidades es importante, es por ello que contamos con tecnología de punta como es el sistema de rastreo satelital: GPS. Este sistema de monitoreo nos permite:

- Controlar ubicación
- Velocidad excesiva
- Paradas innecesarias

Además, teniendo en cuenta las necesidades de que hoy en día nuestros clientes requieren, se envía un reporte vía email del control de la ubicación de la carga 3 veces por día.

## **1.2 Situación problemática**

La programación del Servicio Normal se realiza con un periodo de anticipación de una semana, y comienza cuando los analistas actualizan la base de datos en una hoja de cálculo en Excel definido por:

- Segmentación por ciudad.
- Data cronológica de la demanda de un periodo determinado que se va analizar.

Hecho esto se realiza cambios en la distribución de viajes para cada día y bloque de hora en donde intervienen factores de tipo económico, social, tecnológico, político y ecológico que han tenido directa incidencia en los resultados encontrados.

A continuación, se realiza el balance de unidades ya que tiene la restricción de contar con una flota de 220 vehículos, pero si no se cuenta con la suficiente disponibilidad de vehículos para cubrir la demanda se vuelve a modificar la distribución de viajes, debido a la ausencia de una herramienta o metodología, para optimizar dicha distribución.

Si no se realiza una buena distribución de viajes para el servicio Normal los costos de programar un viaje aumentan y por ende se obtiene menos beneficios para la empresa.

### **1.3 Formulación del problema**

Formulación del objetivo general

- ¿Cómo mejorar la rentabilidad en la distribución de viajes en una empresa de transportes?

Formulación de los objetivos específicos

- ¿Cuáles son los costos de realizar una distribución de viajes?
- ¿Cuáles son los ingresos de realizar una distribución de viajes?
- ¿Cómo distribuir óptimamente los viajes por bloque de hora?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

- Mejorar la rentabilidad en la distribución de viajes en una empresa de transportes.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar los costos de realizar una distribución de viajes semanal
- Determinar los ingresos de realizar una distribución de viajes semanal
- Determinar cómo distribuir los viajes por día y bloque de hora

## **CAPITULO II - MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Importancia de la investigación**

Esta investigación pretende contribuir a la toma de decisiones particularmente realizando optimización de distribución de viajes basadas en la programación lineal, mediante un modelo matemático para llegar a un conocimiento sustentado de aplicar y observar los resultados, con el fin de mejorar la rentabilidad del proceso; reduciendo costos y maximizando las ganancias.

El crecimiento de la producción nacional en diciembre de 2015 (6,39%) estuvo determinado por el comportamiento positivo de todos los sectores económicos; destacando el significativo aporte de la Minería e Hidrocarburos y Manufactura, seguido de Comercio, Telecomunicaciones y Servicios Prestados a Empresas, estos cinco sectores explican el 66% de la variación del mes.

En el mes de diciembre del año 2015, la producción nacional creció en 6,39%, registrando 77 meses de resultados positivos; explicado por el dinamismo del consumo de los hogares reflejado en las mayores ventas al por menor (3,80%), el consumo con tarjeta de crédito (24,11%), la importación de bienes de consumo no duraderos (6,81%) y por el aumento del consumo de Gobierno (21,53%), así lo señaló el Dr. Aníbal Sánchez Aguilar, Jefe del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Sector Transporte, Almacenamiento y Mensajería en el mes de diciembre creció 2,15%.

El incremento del subsector transporte se debió al mayor tráfico ferroviario (9,48%), terrestre (2,94%), tanto de carga (5,67%) como pasajeros (1,19%); sin embargo, disminuyeron el transporte por vía acuática (-4,60%), aérea (-4,05%) y por tubería (-3,09%). Durante el año 2015, el mencionado sector creció 2,27%.

## **2.2 Antecedentes de la investigación**

Por medio de las investigaciones realizadas en trabajos de grado y publicaciones sobre el estudio de distribución de viajes, se respaldaron los



conocimientos previos y se tomaron algunas referencias como inicio, las cuales se muestran a continuación:

- Uribe O. [10] MODELO DE ASIGNACIÓN DE TURNOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE CONDUCTORES EN LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO.

En este trabajo de grado se plantea la solución en varias etapas secuenciales con técnicas heurísticas y metaheurísticas para la generación de turnos de conductores. La primera etapa hace una reparación de posibles problemas que puedan tenerse desde la programación de buses, la segunda divide la programación de autobuses reparada en bloques de 2 a 6 horas continuas y la tercera hace una combinación de bloques para formar los turnos. Por último, se presentan los resultados de aplicación del modelo en el caso de estudio del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) Megabús.

- Mauttone, A., Cancela, H. & Urquhart, M. [5]. DISEÑO Y OPTIMIZACION DE RUTAS Y FRECUENCIAS EN EL TRANSPORTE COLECTIVO URBANO, MODELOS Y ALGORITMOS.

En este trabajo se releva el estado del arte respecto a modelos y algoritmos para el problema de optimización de rutas y frecuencias, seleccionados en el contexto del desarrollo de una herramienta de apoyo a la planificación del sistema de TPUC para la ciudad de Montevideo, Uruguay (1.500.000 habitantes). Todos los trabajos relevados resuelven el problema utilizando algoritmos heurísticos, encontrándose varias aplicaciones de la técnica algoritmos genéticos.

- Muñoz, D. [6]. PROGRAMACIÓN DEL HORARIO DE SALIDAS Y ASIGNACIÓN DE BUSES PARA UN ALIMENTADOR DEL TRANSANTIAGO

En este trabajo se resuelven las etapas de la determinación de horarios de viaje y asignación de buses, para el concesionario STP

Santiago. La formulación propuesta para resolver el problema es un modelo lineal entero mixto, con el cual se relaciona la decisión de la determinación de horarios de viaje con la asignación de buses. Adicionalmente, se incorpora la estrategia de deadheading, para hacer más eficiente el uso de buses y ajustar la oferta en periodos donde existe mayor demanda en una ruta del servicio.

## **2.3 Bases Teóricas**

### **2.3.1 Problema de planificación del transporte público**

El proceso de planificación de las operaciones en una empresa de transporte público consta básicamente de 4 etapas de acuerdo a Ceder [6](2002,2007), las cuales como se observa en la Figura 2.1 conducen a un proceso secuencial.

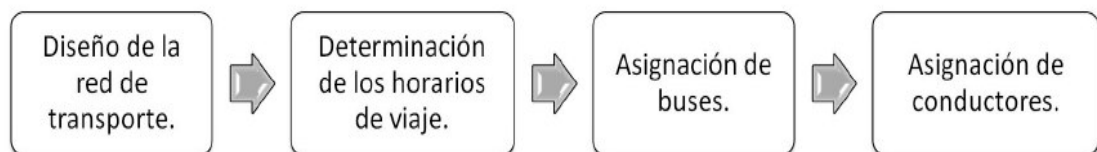


Figura 2.3.1: Etapas de planificación de las operaciones en una empresa de transporte.

Fuente: Ceder [6] (2002,2007).

A continuación, se explica cada etapa del proceso de planificación:

#### **2.3.1.1 Diseño de la red de servicios de transporte público.**

Esta etapa corresponde al diseño de recorridos, a los cuales se les asigna una trayectoria; es decir, se define su trazado de circulación y los puntos en los

cuales puede cargar y/o descargar pasajeros (paraderos). La Figura 2.2, ilustra en un mapa el recorrido de un servicio



Figura 2.3.1.1: Mapa del recorrido del servicio.

Fuente: MysteryPeru

Los recorridos ya están diseñados y establecidos, por lo que se conocen las distancias entre cabezales para cada servicio.

### **2.3.1.2 Determinación de horarios de viaje o Timetabling.**

En esta etapa se debe decidir la hora de inicio en la cual un bus saldrá a realizar un determinado viaje por un servicio ruta, desde que terminal se realizará ese viaje y además el tipo de bus con su respectiva plaza que debe realizar el viaje. El resultado de esta etapa corresponde al itinerario del Programa Operacional.

### **2.3.1.3 Asignación de buses.**

En esta etapa se debe realizar la asignación de buses a los viajes establecidos en la etapa anterior, de manera de cumplirlos todos y realizando la asignación

de forma de minimizar los costos y/o variables. En esta etapa además se determina la flota mínima necesaria para cumplir el itinerario del programa operacional propuesto, considerando los periodos más exigentes que corresponden a las puntas mañana y tarde.

Actualmente la empresa posee una herramienta que permita obtener el itinerario de cada bus en el día, la cantidad de buses requeridos por servicio, ruta y bloque horario, considerando para el cálculo la frecuencia multiplicado por el tiempo de viaje.

#### **2.3.1.4 Asignación de conductores.**

Una vez establecidos los itinerarios de viaje de los buses en la etapa anterior, es necesario asignar a estos viajes los conductores de forma tal de minimizar los costos y respetar las restricciones contractuales. Para ello se deben generar jornadas diarias de trabajo, indicando la secuencia de viajes a realizar, que permitan cubrir la totalidad de los viajes utilizando la menor cantidad posible de conductores. Finalmente, las jornadas diarias se deben asignar para un horizonte de planificación mayor, respetando las restricciones contractuales de la jornada semanal de trabajo y días de descanso semanal. Adicionalmente los conductores tienen jornadas semanales de seis días de trabajo y un día libre.

Esta etapa está definida por el área de planificación de recursos.

### **2.3.2 Evolución histórica del problema de ruteo de vehículos (VRP)**

El problema del VRP se remonta al año 1956 cuando Flood plantea el Problema del agente viajero o TSP (Travelling Salesman Problem) este problema consiste en que un agente vendedor debe visitar cierta cantidad de

ciudades en un solo viaje, sin importar el orden en que los visite siempre y cuando los visite una sola vez y tiene que volver a la ciudad de donde inicio su viaje de tal manera que la distancia total recorrida sea mínima. (Rocha Medina, Gonzales La Rota, & Orjuela Castro) [8]. Luego de la formulación del Problema del Agente Viajero aparece el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) que fue estudiado por Dantzing y Ramser en 1959 quienes originalmente le dieron el nombre de “Trucking Dispatching Problem” donde abordaron el problema de la ruta óptima de una flota de camiones de reparto de gasolina entre un terminal y un gran número de estaciones de servicio proporcionados por el terminal, se desea encontrar una manera de asignar estaciones a los camiones de manera que se satisfaga la demanda y el kilometraje total cubierto por la flota sea mínima, Según Olivera, A.[7] (2004). *En esta investigación el problema a desarrollar por sus características es una variación del VRP que es CVRP heterogéneo.*

### **2.3.3 Problema de Ruteo de Vehículos con capacidad (CVRP)**

El TSP generalizado, problema con  $m$  agentes viajeros es considerado como un VRP capacitado o CVRP (Capacited Vehicle Routing Problem), es decir como un problema de ruteo de vehículos donde la capacidad de la flota se convierte en restrictiva para la formulación, la función objetivo del CVRP es minimizar el costo total para surtir a todos los consumidores, corresponde a una demanda determinística, todos los vehículos son iguales y salen de un centro de distribución o estación. (Rocha et al. [9] (2011) a partir del CVRP se desprenden dos categorías del VRP, el VRP Homogéneo y el VRP Heterogéneo.

#### **2.3.3.1 VRP Homogéneo**

Se refiere a las características comunes en las que todos los nodos manejan el mismo recurso como distancia, ventanas de tiempo, retornos y entregas fraccionadas.

### **2.3.3.2 VRP Heterogéneo**

Se refiere a los VRP con componentes desiguales en las que cada nodo maneja recursos distintos ya sea flota de vehículos, depósitos, viajes y componentes estocásticos en algunos casos.

### **2.3.4 Programación lineal**

El objetivo de un modelo matemático es reproducir la realidad de la forma más fiel posible a fin de entender cómo se comporta y poder obtener respuestas a determinadas acciones.

La programación lineal es un tipo de modelo matemático que se desarrolló a partir de la Segunda Guerra Mundial para resolver cierto tipo de problemas de asignación de recursos entre distintas actividades. Después de la guerra las aplicaciones de la programación lineal se extendieron a una amplia variedad de problemas, de manera que hoy se utiliza en campos como la ingeniería, la economía, la gestión, y muchas otras áreas de la ciencia, la técnica y la industria.

La programación lineal fue formulada por George B. Dantzig,[3] alrededor de 1947, cuando trabajaba como consejero matemático para la Fuerza Aérea de Estados Unidos en el desarrollo de un sistema automático de planificación temporal de despliegue, entrenamiento y abastecimiento logístico. Debido a que la Fuerza Aérea denomina programas a sus diversos planes y proyectos a implementar, en el primer artículo publicado por Dantzig se refiere a este problema como programación en una estructura lineal.

El término programación lineal fue acuñado por el economista y matemático T.C. Koopmans en el verano de 1948 cuando colaboraba con el propio Dantzig [3].

En 1949, Dantzig [3] publicó el método del simplex para resolver programas lineales, método que fue ampliamente aceptado por su capacidad de producir soluciones en un tiempo razonable. La programación lineal estudia la optimización (minimización o maximización) de una función lineal que

satisface un conjunto de restricciones lineales de igualdad y/o desigualdad.  
(Ruz, J. [9] )

#### **2.3.4.1 Modelo de Programación Lineal**

Es una herramienta de investigación operativa que se define como un algoritmo matemático con una función objetivo y restricciones que son formuladas a través de ecuaciones lineales que determina la asignación óptima de recursos escasos.

Existe un procedimiento de solución eficiente para resolver problemas de programación lineal, incluso los de gran tamaño, llamado Método Simplex (Hillier y Lieberman), [2].

#### **2.3.4.2 Planteamiento de un modelo de programación lineal**

Para la formulación del modelo se cumple los siguientes pasos:

- Formulación de la función objetivo. Se trata de la función que mide la calidad de la solución a optimizar (de Maximizar  $z = f(x)$ ; Minimizar  $z = f(x)$ ) También es una función lineal de todas o parte de las variables de decisión.
- Determinación de las variables de decisión.
- Determinación de las restricciones. Representan las limitaciones prácticas de determinados recursos. Se expresan como ecuaciones e inecuaciones lineales de las variables de decisión.

### **CAPITULO III – METODOLOGIA**

En esta investigación comenzaremos describiendo la empresa en estudio seguido de la información recolectada para luego explicar nuestro modelo matemático de programación lineal y por ultimo mostraremos los resultados.

#### **3.1 La Empresa**

Ofrece un viaje placentero a quienes a diario se trasladan en sus diversas actividades cotidianas; trabajo, educación, ocupación, pero también

acompañan cuando este pasajero descansa, brindándole el más esmerado servicio al inicio y final de su trayecto. Contamos con una flota de buses de última generación los cuales están equipados con todos los elementos para su confort y seguridad.

La empresa también brinda el servicio de transporte turístico a cualquier punto del Perú; brindamos a ustedes el mejor servicio de nuestra flota de buses para circuitos turísticos, paseos, excursiones, viajes de promoción u otro tipo de traslado, para que recorran los hermosos circuitos de nuestro querido Perú, y fomentar el turismo nacional y promover el conocimiento de nuestro Patrimonio Natural y Cultural.

La empresa cubre la ruta: Lima, Cañete, Chincha, Pisco, Ica y Nazca, de los cuales el tramo de Lima – Ica tiene una participación del 80%.

### **3.1.1 Misión**

Empresa de servicios comprometida en brindar a sus clientes y usuarios en general un servicio de transporte terrestre de pasajeros, carga y mercadería con un nivel de alta calidad, puntualidad, seguridad, y comodidad; satisfaciendo totalmente sus expectativas.

### **3.1.2 Visión**

Convertirse en una de las empresas líderes de transporte terrestre de pasajeros interprovincial del Perú, logrando que sus estándares sean lo más altos posibles, de manera que los usuarios se sientan totalmente a gusto con sus servicios y seamos reconocidos por nuestros valores empresariales

La participación en ventas se distribuye bajo sus cuatro líneas de negocio:

#### **3.1.2.1 Normal**

Se caracteriza por su frecuencia, con salidas de hasta 5 minutos, las 24 horas del día bajo la modalidad de servicio interurbano, con paradas en ruta.

#### **3.1.2.2 Diferenciado Vip**

Servicio Directo Lima - Ica – Lima sin escalas con más de 80 salidas programadas a la semana, con anfitriones altamente calificados y atención personalizada, buses de 50 asientos con inclinación de 140°, baño a bordo,



climatización ecológica, snack a bordo, seguridad, WiFi, Cargador de usb, asientos con pantalla táctil.

Cuentan con un sistema novedoso de entretenimiento a bordo, el cual permitirá a nuestros usuarios estar conectados a través de cualquier dispositivo móvil durante todo el trayecto de viaje.

- **Diferenciado Vip Express:** Servicio Lima -Ica con salidas programadas, y con escalas en nuestros terminales de: Chincha y Pisco, con buses de 50 asientos con inclinación de 140° grados, cargadores USB, baño a bordo.
- **Carga y encomienda:** cuenta con los servicios de envío de sobres, paquetes, giros y todo tipo de carga mediana y pesada en la ruta de Lima a Nazca. Le ofrecemos trasladar su carga de manera rápida y segura al destino que usted elija, mediante nuestra moderna flota. Usted puede elegir el punto de entrega ya sea en nuestras oficinas o a su domicilio.

**De todos los servicios el servicio Normal representa el 80% de sus ventas.**

### **3.1.3 Sistema de información**

Tecnológicamente cuenta con ERP, Intelligence Business, rastreo satelital GPS entre otros. La demanda y la programación de vehículos de la empresa manejan un formato de hora proyectada (con tiempos promedios estimados según GPS).

**Por ejemplo:**

Hora proyectada 0:00 sur comprende:

Los vehículos que sale a las 0:00hrs con destino Ica;

- En Cañete estaría pasando a las 2:40 aprox.;
- Por chincha estaría pasando a las 3:40 aprox.;
- Por pisco a las 4:20 aprox.;
- Llegando a Ica a las 5:20 aprox.

### 3.2 Recolección de Información

Actualmente la distribución de viajes se realiza en una hoja en Excel como mostraremos a continuación:

| FECHA                      | Hora | SUR  |        |         |       |      |        |         |       |
|----------------------------|------|------|--------|---------|-------|------|--------|---------|-------|
|                            |      | LIMA | CANETE | CHINCHA | PISCO | LIMA | CANETE | CHINCHA | PISCO |
| lunes, 11 de enero de 2016 | 00   | 7    | 7      | 9       | 9     | 13   | 17     | 23      | 34    |
|                            | 01   | 4    | 4      | 10      | 10    | 11   | 29     | 38      | 43    |
|                            | 02   | 4    | 4      | 16      | 16    | 17   | 37     | 32      | 45    |
|                            | 03   | 6    | 6      | 8       | 8     | 28   | 40     | 34      | 55    |
|                            | 04   | 12   | 13     | 13      | 13    | 34   | 29     | 27      | 37    |
|                            | 05   | 18   | 17     | 15      | 15    | 44   | 29     | 28      | 36    |
|                            | 06   | 19   | 15     | 13      | 13    | 41   | 31     | 22      | 17    |
|                            | 07   | 18   | 15     | 12      | 12    | 55   | 45     | 39      | 35    |
|                            | 08   | 14   | 12     | 10      | 10    | 44   | 42     | 35      | 52    |
|                            | 09   | 13   | 12     | 10      | 10    | 45   | 38     | 31      | 41    |
|                            | 10   | 12   | 11     | 8       | 8     | 47   | 48     | 37      | 58    |
|                            | 11   | 9    | 9      | 7       | 7     | 47   | 41     | 33      | 46    |
|                            | 12   | 9    | 9      | 10      | 10    | 45   | 39     | 29      | 47    |
|                            | 13   | 9    | 9      | 9       | 9     | 42   | 38     | 32      | 48    |
|                            | 14   | 10   | 9      | 8       | 8     | 39   | 39     | 33      | 39    |
|                            | 15   | 11   | 10     | 7       | 7     | 48   | 48     | 38      | 41    |
|                            | 16   | 11   | 11     | 8       | 9     | 53   | 42     | 45      | 36    |
|                            | 17   | 11   | 11     | 8       | 8     | 37   | 26     | 20      | 19    |

| FECHA                      | Hora | SUR  |        |         |       |      |        |         |       |
|----------------------------|------|------|--------|---------|-------|------|--------|---------|-------|
|                            |      | LIMA | CANETE | CHINCHA | PISCO | LIMA | CANETE | CHINCHA | PISCO |
| lunes, 12 de enero de 2015 | 00   | 5    | 5      | 6       | 6     | 33   | 29     | 30      | 32    |
|                            | 01   | 3    | 3      | 9       | 9     | 26   | 45     | 40      | 51    |
|                            | 02   | 2    | 4      | 15      | 15    | 49   | 57     | 37      | 48    |
|                            | 03   | 6    | 7      | 9       | 9     | 34   | 43     | 46      | 58    |
|                            | 04   | 8    | 8      | 8       | 8     | 53   | 51     | 48      | 59    |
|                            | 05   | 20   | 17     | 14      | 14    | 46   | 32     | 34      | 48    |
|                            | 06   | 21   | 19     | 14      | 14    | 43   | 26     | 31      | 41    |
|                            | 07   | 18   | 14     | 11      | 11    | 41   | 32     | 32      | 38    |
|                            | 08   | 17   | 13     | 9       | 9     | 37   | 30     | 32      | 41    |
|                            | 09   | 15   | 12     | 9       | 9     | 41   | 38     | 38      | 46    |
|                            | 10   | 12   | 11     | 8       | 8     | 47   | 40     | 40      | 58    |
|                            | 11   | 9    | 9      | 6       | 6     | 48   | 34     | 39      | 55    |
|                            | 12   | 9    | 9      | 9       | 11    | 49   | 43     | 30      | 45    |
|                            | 13   | 11   | 9      | 10      | 10    | 41   | 45     | 30      | 44    |
|                            | 14   | 13   | 11     | 9       | 9     | 39   | 46     | 40      | 48    |
|                            | 15   | 13   | 11     | 8       | 8     | 47   | 45     | 48      | 45    |
|                            | 16   | 16   | 14     | 10      | 10    | 40   | 39     | 34      | 32    |
|                            | 17   | 13   | 12     | 9       | 9     | 35   | 31     | 23      | 18    |

Figura 3.2.1: Ejemplo de como se modifica las salidas en base a la experiencia

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro modelo comenzaremos con la recolección de información mediante una tabla dinámica propia de la empresa que contiene la demanda tal como se muestra a continuación:



El modelo de programación lineal entera propuesto distribuye teóricamente los vehículos (220 en promedio) para la programación del servicio normal entre las ciudades: Lima, Cañete, Chíncha, Pisco e Ica por bloque de hora proyectada en un periodo de una semana.

El modelo puede ayudar en: incrementar la rentabilidad, reducir los costos de transporte y hasta mejorar el nivel de servicio. Esto se puede ver en la función objetivo que maximiza los ingresos y reduce los costos de transporte de los vehículos, con un promedio de pasajeros por vehículo óptimo.

### 3.3.1 Definición de variables de decisión

$X_{ijhd}$  : Cantidad de viajes programados de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$Y_i$  : Cantidad de vehículos iniciales en la ciudad  $i$ .

#### Variables sobre demanda:

$D_{ijhd}$  : Demanda de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$TA_{ij}$  : Tarifa del pasaje de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$ .

$SD_{irhd}$  : Pasajeros que suben en la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$BD_{irhd}$  : Pasajeros que bajan en la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$PD_{irhd}$  : Pasajeros que parten de la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

#### Variables sobre oferta:

$C_{ij}$  : Costo de programar un viaje de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$ .

$SV_{irhd}$  : Cantidad de viajes programados con origen en la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$BV_{irhd}$  : Cantidad de viajes programados con destino en la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$PV_{irhd}$  : Cantidad de viajes programados que parten de la ciudad  $i$ , rumbo  $r$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$ST_{ihd}$  : Stock de vehículos en la ciudad  $i$  en la hora  $h$  y día  $d$ .

$W_{ihrd}$  : Promedio de pasajeros por vehículo de la ciudad i, rumbo r en la hora h y día d.

$T_{ij}$  : Tiempo de viaje del vehículo de la ciudad i a la ciudad j (En función de la disponibilidad del bus)

**Donde:**

i,j = Lima, Cañete, Chincha, Pisco, Ica

h = 0, 1, 2, 3, 4,..., 23

r = sur, norte

d = lunes, martes, miércoles,...domingo.

**Parámetros:**

- La cantidad de vehículos para el servicio estándar es 220.
- La capacidad promedio de asientos por vehículo es 67 y en el modelo será considerado 55 que debería ser el límite superior de ocupación óptimo por política de la empresa.

### 3.3.2 Definición de la Función Objetivo

Tal como se había explicado anteriormente la función objetivo cumple en forma combinada el objetivo de incrementar los ingresos y reducir los costos de la programación de vehículos.

$$Max\_Z = \sum_{\forall i,j,h,d} TA_{ij} * D_{ijhd} - \sum_{\forall i,j,h,d} C_{ij} * X_{ijhd} \dots \forall i,j,h,d$$

### 3.3.3 Definición de restricciones

A continuación, se presenta cada una de las restricciones del modelo:

### 3.3.3.1 Restricción de satisfacción de la demanda

La cantidad de vehículos ofertados debe satisfacer la demanda por ciudad  $i$ , rumbo  $r$ , hora  $h$  y día  $d$ .

$$PD_{irhd} \leq PV_{irhd} * 55, \forall i, r, h, d \dots \dots \dots \text{Restricción (1)}$$

### 3.3.3.2 Restricción de oferta por vehículo

La cantidad de asientos ofertados por vehículo debe ser menor o igual a 55 (deseable).

$$W_{irhd} \leq 55 \quad \forall i, r, h, d, \dots \dots \dots \text{Restricción (2)}$$

### 3.3.3.3 Restricción de capacidad

Los vehículos en circulación deben ser igual a la disponibilidad de flota que son 220 vehículos en cualquier hora  $h$  y día  $d$ . .... Restricción (3)

### 3.3.3.4 Restricción de stock de vehículos iniciales

La distribución de vehículos iniciales en todas las ciudades de ser igual a la disponibilidad de vehículos (220).

$$\sum Y_i \leq 220, \dots \dots \forall i \dots \dots \dots \text{Restricción (4)}$$

### 3.3.3.5 Restricción de vehículos iniciales de Lima e Ica

Por estadísticas los vehículos necesarios para una programación inicial en Lima e Ica es 67.

$$Y_i \geq 67, \dots \dots \text{para } i=\text{Lima, Ica} \dots \dots \dots \text{Restricción (5)}$$

### 3.3.3.6 Restricción de stock de vehículos por ciudad $i$ , hora $h$ y día $d$

Es posible tener cero stocks en horas pico

$$ST_{ihd} \geq 0, \quad \forall i, h, d \dots \dots \dots \text{Restricción (6)}$$

### 3.3.3.7 Restricción de no negatividad

La cantidad de viajes programados, la cantidad de vehículos iniciales por ciudad debe ser mayor o igual que cero y entero

$$X_{ijrhd} \geq 0, Y_i \geq 0, \quad Y \text{ enteros} \dots \dots \dots \text{Restricción (7)}$$

### 3.3.4 Descripción de restricciones

#### RESTRICCION N°1: Satisfacción de la demanda

Demanda por cada ciudad (i) en el rumbo (r), la hora (h) y día (d):

Ejemplo 1:

| DEMANDA |      |      |       |       |        |        |        |       |       |         |        |        |       |        |        |        |        |       |       |        |        |        |       |       |        |        |         |       |       |        |        |        |       |       |        |        |        |     |    |    |
|---------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|----|----|
|         | 2016 |      |       |       |        |        |        |       |       |         |        |        |       |        |        |        |        |       |       |        |        |        |       |       |        |        |         |       |       |        |        |        |       |       |        |        |        |     |    |    |
|         | SUR  |      |       |       |        |        |        |       |       |         |        |        |       |        |        |        | NOR    |       |       |        |        |        |       |       |        |        |         |       |       |        |        |        |       |       |        |        |        |     |    |    |
|         | LIMA |      |       |       |        | PISCO  |        |       |       | CHINCHA |        |        |       | CANETE |        |        |        | ICA   |       |        |        |        | PISCO |       |        |        | CHINCHA |       |       |        | CANETE |        |       |       |        |        |        |     |    |    |
| Bloq    | Hora | Proy | Suben | Bajan | Parten | Turnos | OCUPAC | Suben | Bajan | Parten  | Turnos | OCUPAC | Suben | Bajan  | Parten | Turnos | OCUPAC | Suben | Bajan | Parten | Turnos | OCUPAC | Suben | Bajan | Parten | Turnos | OCUPAC  | Suben | Bajan | Parten | Turnos | OCUPAC | Suben | Bajan | Parten | Turnos | OCUPAC |     |    |    |
| 00      | 88   | 0    | 88    | 7     | 13     | 143    | 39     | 308   | 9     | 34      | 112    | 25     | 204   | 9      | 23     | 37     | 4      | 117   | 7     | 17     | 336    | 0      | 336   | 9     | 37     | 122    | 26      | 432   | 9     | 48     | 163    | 27     | 568   | 12    | 47     | 107    | 22     | 653 | 12 | 54 |
| 01      | 44   | 0    | 44    | 4     | 11     | 141    | 86     | 433   | 10    | 43      | 298    | 36     | 378   | 10     | 38     | 72     | 1      | 116   | 4     | 29     | 218    | 0      | 218   | 10    | 22     | 125    | 9       | 334   | 10    | 33     | 362    | 15     | 681   | 17    | 40     | 180    | 14     | 847 | 17 | 50 |
| 02      | 68   | 0    | 68    | 4     | 17     | 313    | 110    | 718   | 16    | 45      | 432    | 65     | 515   | 16     | 32     | 89     | 18     | 148   | 4     | 37     | 200    | 0      | 200   | 9     | 22     | 148    | 22      | 326   | 9     | 36     | 353    | 29     | 650   | 16    | 41     | 265    | 51     | 864 | 16 | 54 |
| 03      | 167  | 0    | 167   | 6     | 28     | 260    | 90     | 443   | 8     | 55      | 155    | 121    | 273   | 8      | 34     | 128    | 70     | 239   | 6     | 40     | 221    | 0      | 221   | 9     | 25     | 107    | 55      | 273   | 9     | 30     | 367    | 26     | 614   | 15    | 41     | 276    | 100    | 790 | 15 | 53 |
| 04      | 405  | 0    | 405   | 12    | 34     | 234    | 102    | 484   | 13    | 37      | 183    | 205    | 352   | 13     | 27     | 170    | 128    | 374   | 13    | 29     | 347    | 0      | 347   | 10    | 35     | 214    | 96      | 465   | 10    | 47     | 449    | 85     | 829   | 16    | 52     | 289    | 208    | 910 | 16 | 57 |
| 05      | 788  | 0    | 788   | 18    | 44     | 239    | 122    | 539   | 15    | 36      | 203    | 210    | 422   | 15     | 28     | 187    | 230    | 486   | 17    | 29     | 377    | 0      | 377   | 8     | 47     | 124    | 187     | 314   | 8     | 39     | 258    | 115    | 457   | 9     | 51     | 153    | 160    | 450 | 9  | 50 |
| 06      | 775  | 0    | 775   | 19    | 41     | 28     | 98     | 220   | 13    | 17      | 99     | 228    | 290   | 13     | 22     | 181    | 202    | 465   | 15    | 31     | 919    | 0      | 919   | 15    | 61     | 208    | 584     | 543   | 15    | 36     | 393    | 166    | 704   | 12    | 59     | 357    | 230    | 831 | 14 | 59 |

Figura 3.3.4.1: Distribución de pasajeros y turnos obtenida de la base de datos.

Fuente: Elaboración propia

#### Demanda de Lima sur

Cantidad de pasajeros que parten de Lima sur en la hora h y día d (198) es igual a los que suben en Lima sur en la hora h y día d:

$$PD_{L,sur,h,d} = SD_{L,sur,h,d} = 198$$

#### Demanda de Cañete sur

Cantidad de pasajeros que parten de Cañete sur en la hora h es igual a los pasajeros que vienen de Lima en la hora h y día d (198), más los pasajeros que suben en Cañete sur (194) en la hora h y día d, menos los pasajeros que bajan en Cañete rumbo sur en la hora h y día d (69):

$$PD_{C\tilde{N},sur,h,d} = PD_{L,sur,h,d} + SD_{C\tilde{N},sur,h,d} - BD_{C\tilde{N},sur,h,d} = 198 + 194 - 69 = 323$$

#### Demanda de Chincha sur

Cantidad de pasajeros que parten de Chincha sur en la hora h y día d es igual a los pasajeros que vienen de Cañete en la hora h y día d (323), más los pasajeros que suben en Chincha sur en la hora h y día d (99), menos los pasajeros que bajan en Chincha rumbo sur en la hora h y día d (220):

$$PD_{CH,sur,h,d} = PD_{C\tilde{N},sur,h,d} + SD_{CH,sur,h,d} - BD_{CH,sur,h,d} = 323 + 99 - 220 = 202$$

### Demanda de Pisco sur

Cantidad de pasajeros que parten de Pisco sur en la hora h y día d es igual a los pasajeros que vienen de Chíncha en la hora h y día d (202), más los pasajeros que suben en Pisco sur en la hora h y día d (198), menos los pasajeros que bajan en Pisco rumbo sur en la hora h y día d (42):

$$PD_{CH,sur,h,d} = PD_{CN,sur,h,d} + SD_{CH,sur,h,d} - BD_{CH,sur,h,d} = 202 + 198 - 42 = 358$$

De igual forma para rumbo norte, la generalización de la demanda de cada ciudad (i) por rumbo (r) en la hora (h) y día (d) estaría dado por:

$$PD_{irhd} = PD_{(i-1)rhd} + SD_{irhd} - BD_{irhd} \dots\dots\dots (1)$$

### Oferta por cada ciudad (i) en el rumbo (r), la hora (h) y día (d):

| OFERTA DE VEHICULOS |      |      |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |
|---------------------|------|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 2016                |      |      |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |
|                     | SUR  |      |        |        |         |        |        |        | NOR    |        |        |        |         |        |        |        |
|                     | LIMA |      | PISCO  |        | CHINCHA |        | CANETE |        | ICA    |        | PISCO  |        | CHINCHA |        | CANETE |        |
| Bloq                | Hora | Proy | Turnos | OCUPAC | Turnos  | OCUPAC | Turnos | OCUPAC | Turnos | OCUPAC | Turnos | OCUPAC | Turnos  | OCUPAC | Turnos | OCUPAC |
| 00                  | 7    | 13   | 9      | 34     | 9       | 23     | 7      | 17     | 9      | 37     | 9      | 48     | 12      | 47     | 12     | 54     |
| 01                  | 4    | 11   | 10     | 43     | 10      | 38     | 4      | 29     | 10     | 22     | 10     | 33     | 17      | 40     | 17     | 50     |
| 02                  | 4    | 17   | 16     | 45     | 16      | 32     | 4      | 37     | 9      | 22     | 9      | 36     | 16      | 41     | 16     | 54     |
| 03                  | 6    | 28   | 8      | 55     | 8       | 34     | 6      | 40     | 9      | 25     | 9      | 30     | 15      | 41     | 15     | 53     |
| 04                  | 12   | 34   | 13     | 37     | 13      | 27     | 13     | 29     | 10     | 35     | 10     | 47     | 16      | 52     | 16     | 57     |
| 05                  | 18   | 44   | 15     | 36     | 15      | 28     | 17     | 29     | 8      | 47     | 8      | 39     | 9       | 51     | 9      | 50     |
| 06                  | 19   | 41   | 13     | 17     | 13      | 22     | 15     | 31     | 15     | 61     | 15     | 36     | 12      | 59     | 14     | 59     |

Figura 3.3.4.2: Oferta de unidades que pasan por cada punto.

Fuente: Elaboración propia

La generalización de la oferta de vehículos de cada ciudad (i) por rumbo (r) en la hora (h) y día d estaría dado por:

$$PV_{irhd} = PV_{(i-1)rhd} + SV_{irhd} - BV_{irhd} \dots\dots\dots (2)$$



De (1) y (2) se puede inferir:

La cantidad de vehículos ofertados multiplicado por lo asientos debe ser mayor o igual a la demanda por ciudad  $i$ , rumbo  $r$ , hora  $h$  y día  $d$ .

$$PD_{irhd} \leq PV_{irhd} * 52, \quad \forall i, r, h, d \dots \dots \dots \text{Restricción (1)}$$

### RESTRICCION N°2: Restricción de oferta por vehículo

Promedio de pasajeros por vehículo que parten de la ciudad  $i$  rumbo  $r$  hora  $h$  y día  $d$ .

| PROMEDIO DE PASAJEROS POR VEHICULO |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2016                               |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |
| BloqHoraProy                       | SUR    |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        | NOR    |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |
|                                    | LIMA   |        |        | PISCO  |        |        | CHINCHA |        |        | CANETE |        |        | ICA    |        |        | PISCO  |        |        | CHINCHA |        |        | CANETE |        |        |
|                                    | Parten | Turnos | OCUPAC | Parten | Turnos | OCUPAC | Parten  | Turnos | OCUPAC | Parten | Turnos | OCUPAC | Parten | Turnos | OCUPAC | Parten | Turnos | OCUPAC | Parten  | Turnos | OCUPAC | Parten | Turnos | OCUPAC |
| 00                                 | 88     | 7      | 13     | 308    | 9      | 34     | 204     | 9      | 23     | 117    | 7      | 17     | 336    | 9      | 37     | 432    | 9      | 48     | 568     | 12     | 47     | 653    | 12     | 54     |
| 01                                 | 44     | 4      | 11     | 433    | 10     | 43     | 378     | 10     | 38     | 116    | 4      | 29     | 218    | 10     | 22     | 334    | 10     | 33     | 681     | 17     | 40     | 847    | 17     | 50     |
| 02                                 | 68     | 4      | 17     | 718    | 16     | 45     | 515     | 16     | 32     | 148    | 4      | 37     | 200    | 9      | 22     | 326    | 9      | 36     | 650     | 16     | 41     | 864    | 16     | 54     |
| 03                                 | 167    | 6      | 28     | 443    | 8      | 55     | 273     | 8      | 34     | 239    | 6      | 40     | 221    | 9      | 25     | 273    | 9      | 30     | 614     | 15     | 41     | 790    | 15     | 53     |
| 04                                 | 405    | 12     | 34     | 484    | 13     | 37     | 352     | 13     | 27     | 374    | 13     | 29     | 347    | 10     | 35     | 465    | 10     | 47     | 829     | 16     | 52     | 910    | 16     | 57     |
| 05                                 | 788    | 18     | 44     | 539    | 15     | 36     | 422     | 15     | 28     | 486    | 17     | 29     | 377    | 8      | 47     | 314    | 8      | 39     | 457     | 9      | 51     | 450    | 9      | 50     |
| 06                                 | 775    | 19     | 41     | 220    | 13     | 17     | 290     | 13     | 22     | 465    | 15     | 31     | 919    | 15     | 61     | 543    | 15     | 36     | 704     | 12     | 59     | 831    | 14     | 59     |

Figura 3.3.4.3: Promedio de pasajeros por vehículo en cada destino.

Fuente: Elaboración propia

Promedio de pasajeros por vehículo de Lima sur se definiría como:

El promedio de pasajeros por vehículo de la ciudad de Lima sur en la hora  $h$  y día  $d$  es igual a los pasajeros que parten de la ciudad de Lima sur en la hora  $h$  y día  $d$  (198) entre los vehículos programados que parten de la ciudad de Lima sur en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$W_{L,sur,h,d} = \frac{PD_{L,sur,h,d}}{PV_{L,sur,h,d}} = \frac{198}{6} = 33$$

Promedio de pasajeros por vehículo de Cañete sur se definiría como:

El promedio de pasajeros por vehículo de la ciudad de Cañete sur en la hora h y día d es igual a los pasajeros que parten de la ciudad de Cañete sur en la hora h y día d (279) entre los vehículos programados que parten de la ciudad de Cañete sur en la hora h y día d (6):

$$W_{C\tilde{N},sur,h,d} = \frac{PD_{C\tilde{N},sur,h,d}}{PV_{C\tilde{N},sur,h,d}} = \frac{279}{6} = 47$$

Promedio de pasajeros por vehículo de Chíncha sur se definiría como:

El promedio de pasajeros por vehículo de la ciudad de Chíncha sur en la hora h y día d es igual a los pasajeros que parten de la ciudad de Chíncha sur en la hora h y día d (202) entre los vehículos programados que parten de la ciudad de Chíncha sur en la hora h y día d (4):

$$W_{CH,sur,h,d} = \frac{PD_{CH,sur,h,d}}{PV_{CH,sur,h,d}} = \frac{202}{4} = 51$$

La cantidad de vehículos ofertados debe satisfacer la demanda por ciudad, rumbo, hora y día.

Considerando que un vehículo tiene 62 asientos y como la programación según políticas de la empresa no debe superar 55 asientos ocupados; el programa considerara como un máximo de 52 asientos, según el programa de (1) y (2):

$$W_{irhd} \leq 52, \quad \forall i, r, h, d, \dots \dots \dots \text{Restricción (2)}$$

### RESTRICCION N°3: Restricción de capacidad

Los vehículos en circulación deben ser igual a la disponibilidad de flota que son 220 vehículos en cualquier hora h y día d.

#### Vehículos en circulación de origen Lima:

#### Vehículos en circulación de Lima-Ica

Considerando que el tiempo de disponibilidad de bus para su siguiente viaje 7:00 horas.

Vehículos programados de Lima con destino Ica en la hora h y día d:

$$X_{(L-I)H_h d}$$

Vehículos programados de Lima con destino Ica que en la hora h y día d están en camino:

$$X_{(L-I)H_{(h-1)}d} + X_{(L-I)H_{(h-2)}d} + X_{(L-I)H_{(h-3)}d} + X_{(L-I)H_{(h-4)}d} + X_{(L-I)H_{(h-5)}d} + X_{(L-I)H_{(h-6)}d}$$

El total de vehículos en circulación de Lima-Ica:

$$X_{(L-I)H_h d} + X_{(L-I)H_{(h-1)}d} + X_{(L-I)H_{(h-2)}d} + X_{(L-I)H_{(h-3)}d} + X_{(L-I)H_{(h-4)}d} + X_{(L-I)H_{(h-5)}d} + X_{(L-I)H_{(h-6)}d}$$

### **Vehículos en circulación de Lima-Cañete:**

Considerando que el tiempo de disponibilidad de bus para su siguiente viaje 5:00 horas.

Vehículos programados de Lima con destino Cañete en la hora h y día d:

$$X_{(L-CN)H_h d}$$

Vehículos programados de Lima con destino Cañete que en la hora h y día d están en camino:  $X_{(L-CN)H_{(h-1)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-2)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-3)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-4)}d}$

El total de vehículos en circulación de Lima-cañete:

$$X_{(L-CN)H_h d} + X_{(L-CN)H_{(h-1)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-2)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-3)}d} + X_{(L-CN)H_{(h-4)}d}$$

### **Vehículos en circulación de Lima-Chincha:**

Considerando que el tiempo de disponibilidad de bus para su siguiente viaje 6:00 horas.

Vehículos programados de Lima con destino Chincha en la hora h y día d:

$$X_{(L-CH)H_h d}$$

Vehículos programados de Lima con destino Cañete que en la hora h y día d están en camino:

$$X_{(L-CH)H_{(h-1)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-2)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-3)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-4)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-5)}d}$$

### **Los vehículos en circulación de Lima-Chincha:**

$$X_{(L-CH)H_h d} + X_{(L-CH)H_{(h-1)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-2)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-3)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-4)}d} + X_{(L-CH)H_{(h-5)}d}$$

De igual forma para las demás ciudades, la generalización de los vehículos en circulación en todas las ciudades en la hora h y día d estaría dado por:

$$\begin{aligned}
& X_{(L-I)H_h d} + X_{(L-I)H_{(h-1)} d} + X_{(L-I)H_{(h-2)} d} + X_{(L-I)H_{(h-3)} d} + X_{(L-I)H_{(h-4)} d} + X_{(L-I)H_{(h-5)} d} + X_{(L-I)H_{(h-6)} d} + \\
& X_{(L-C\tilde{N})H_h d} + X_{(L-C\tilde{N})H_{(h-1)} d} + X_{(L-C\tilde{N})H_{(h-2)} d} + X_{(L-C\tilde{N})H_{(h-3)} d} + X_{(L-C\tilde{N})H_{(h-4)} d} + \\
& X_{(L-CH)H_h d} + X_{(L-CH)H_{(h-1)} d} + X_{(L-CH)H_{(h-2)} d} + X_{(L-CH)H_{(h-3)} d} + X_{(L-CH)H_{(h-4)} d} + X_{(L-CH)H_{(h-5)} d} + \\
& X_{(C\tilde{N}-I)H_h d} + X_{(C\tilde{N}-I)H_{(h-1)} d} + X_{(C\tilde{N}-I)H_{(h-2)} d} + X_{(C\tilde{N}-I)H_{(h-3)} d} + \\
& X_{(C\tilde{N}-L)H_h d} + X_{(C\tilde{N}-L)H_{(h-1)} d} + X_{(C\tilde{N}-L)H_{(h-2)} d} + X_{(C\tilde{N}-L)H_{(h-3)} d} + X_{(C\tilde{N}-L)H_{(h-4)} d} + \\
& X_{(CH-L)H_h d} + X_{(CH-L)H_{(h-1)} d} + X_{(CH-L)H_{(h-2)} d} + X_{(CH-L)H_{(h-3)} d} + X_{(CH-L)H_{(h-4)} d} + X_{(CH-L)H_{(h-5)} d} + \\
& X_{(CH-I)H_h d} + X_{(CH-I)H_{(h-1)} d} + X_{(CH-I)H_{(h-2)} d} + \\
& X_{(P-I)H_h d} + X_{(P-I)H_{(h-1)} d} + \\
& X_{(I-L)H_h d} + X_{(I-L)H_{(h-1)} d} + X_{(I-L)H_{(h-2)} d} + X_{(I-L)H_{(h-3)} d} + X_{(I-L)H_{(h-4)} d} + X_{(I-L)H_{(h-5)} d} + X_{(I-L)H_{(h-6)} d} + \\
& X_{(I-C\tilde{N})H_h d} + X_{(I-C\tilde{N})H_{(h-1)} d} + X_{(I-C\tilde{N})H_{(h-2)} d} + X_{(I-C\tilde{N})H_{(h-3)} d} +
\end{aligned}$$

#### RESTRICCION N°4: Restricción de stock de vehículos iniciales

Dado que se cuenta con 220 vehículos los cuales deben estar distribuidos en las 5 ciudades:

$$\sum Y_i \leq 220, \dots \forall i \dots \dots \dots \text{Restricción (4)}$$

#### RESTRICCION N°5: Restricción de stock de vehículos iniciales

Por experiencia las unidades mínimas de stock son:

$$Y_i \geq 65, \dots \text{para } i = \text{Lima, Ica} \dots \dots \dots \text{Restricción (5)}$$

#### RESTRICCION N°6: Restricción de Stock de vehículos por ciudad i en la hora h y día d:

Stock de vehículos de Lima en la hora h y día d:

El stock de vehículos de Lima en la hora h y día d está dado por el stock de vehículos que se tuvo en Lima una hora antes sumándole los vehículos que

llegan de las demás ciudades y están disponibles para ser programados nuevamente en Lima en la hora  $h$  y día  $d$  y restándole los vehículos que fueron programados de origen Lima en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$ST_{Lhd} = \underbrace{ST_{L(h-1)d}}_{\text{Stock de vehículos una hora antes en Lima}} + \underbrace{X_{(I\_L)(h-7)d} + X_{(CH\_L)(h-6)d} + X_{(C\tilde{N}\_L)(h-5)d}}_{\text{Vehículos que llegan a Lima y están disponibles para ser reprogramados en la hora } h \text{ y día } d} - \underbrace{X_{(L\_I)hd} + X_{(L\_CH)hd} + X_{(L\_C\tilde{N})hd}}_{\text{Vehículos que parten de Lima en la hora } h \text{ y día } d} - PV_{L,hd}$$

Stock de vehículos de Cañete en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$ST_{C\tilde{N}hd} = ST_{C\tilde{N}(h-1)d} + X_{(I\_C\tilde{N})(h-4)d} + X_{(L\_C\tilde{N})(h-5)d} - \underbrace{X_{(C\tilde{N}\_I)hd} + X_{(C\tilde{N}\_L)hd}}_{PV_{C\tilde{N},h,d}}$$

Stock de vehículos de Chincha en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$ST_{CHhd} = ST_{CH(h-1)d} + X_{(I\_CH)(h-3)d} + X_{(L\_CH)(h-6)d} - \underbrace{X_{(CH\_L)hd} + X_{(CH\_I)hd}}_{PV_{CH,h,d}}$$

Stock de vehículos de Pisco en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$ST_{Phd} = ST_{P(h-1)d} + X_{(I\_P)(h-2)d} - \underbrace{X_{(P\_I)hd}}_{PV_{P,h,d}}$$

Stock de vehículos de Ica en la hora  $h$  y día  $d$ :

$$ST_{Ihd} = ST_{I(h-1)d} + X_{(L\_I)(h-7)d} + X_{(C\tilde{N}\_I)(h-4)d} + X_{(CH\_I)(h-3)d} + X_{(P\_I)(h-2)d} - PV_{I,hd}$$

$$ST_{ihd} \geq 0, \quad \forall i, h, d \quad \dots\dots\dots \text{Restricción}$$

### RESTRICCION N°7: Restricción de no negatividad

$$\begin{aligned} X_{irh,d} &\geq 0 \\ Y_{irh,d} &\geq 0 \end{aligned} \quad \forall i, h, d \quad \text{Y enteros} \dots\dots\dots \text{Restricción (7)}$$

### 3.3.5 Obtención de resultados mediante open solver

Para la resolución de nuestro problema creamos una hoja en Excel ingresando toda la información obtenida, es decir:

- Función Objetivo
- Disponibilidad de unidades
- Capacidad de una unidad
- Tarifas promedio por origen y destino
- Costos de realizar un viaje por origen y destino
- Demanda potencial
- Tabla vacía en donde aparecerá la nueva distribución
- Pasajeros promedio por bus, turnos programados y stock de unidades.

A continuación, se mostrarán las figuras con la información requerida.

| MODELO DE DISRIBUCION DE VIAJES |             |           |  |  |                            |             |           |  |  |
|---------------------------------|-------------|-----------|--|--|----------------------------|-------------|-----------|--|--|
| FUNCION OBJETIVO                |             |           |  |  | DISPONIBILIDAD DE UNIDADES |             |           |  |  |
| MAXIMIZAR LA RENTABILIDAD       |             |           |  |  | CAPACIDAD DE LA UNIDAD     |             |           |  |  |
| max                             |             |           |  |  |                            |             |           |  |  |
| S/.0.00                         |             |           |  |  | 67                         |             |           |  |  |
| TARIFA PROMEDIO                 |             |           |  |  | COSTO PROMEDIO POR VIAJE   |             |           |  |  |
| SUR                             |             |           |  |  | NORTE                      |             |           |  |  |
| LIMA                            | CANETE      | S/.10.90  |  |  | ICA                        | CRUCE PISCO | S/.4.83   |  |  |
|                                 | CHINCHA     | S/.13.77  |  |  |                            | CHINCHA     | S/.7.69   |  |  |
|                                 | CRUCE PISCO | S/.18.41  |  |  |                            | CANETE      | S/.11.93  |  |  |
|                                 | ICA         | S/.23.53  |  |  |                            | LIMA        | S/.22.22  |  |  |
| CANETE                          | CHINCHA     | S/.3.27   |  |  | CRUCE PISCO                | CHINCHA     | S/.3.11   |  |  |
|                                 | CRUCE PISCO | S/.6.36   |  |  |                            | CANETE      | S/.6.06   |  |  |
|                                 | ICA         | S/.10.64  |  |  |                            | LIMA        | S/.16.76  |  |  |
| CHINCHA                         | CRUCE PISCO | S/.3.06   |  |  | CHINCHA                    | CANETE      | S/.3.20   |  |  |
|                                 | ICA         | S/.6.95   |  |  |                            | LIMA        | S/.12.62  |  |  |
| CRUCE PISCO                     | ICA         | S/.4.76   |  |  | CANETE                     | LIMA        | S/.10.86  |  |  |
| SUR                             |             |           |  |  | NORTE                      |             |           |  |  |
| LIMA                            | CAÑETE      | S/.400.00 |  |  | ICA                        | PISCO       | S/.250.00 |  |  |
|                                 | CHINCHA     | S/.445.00 |  |  |                            | CHINCHA     | S/.300.00 |  |  |
|                                 | ICA         | S/.600.00 |  |  |                            | CAÑETE      | S/.350.00 |  |  |
| CAÑETE                          | ICA         | S/.350.00 |  |  |                            | LIMA        | S/.600.00 |  |  |
| CHINCHA                         | ICA         | S/.300.00 |  |  | CHINCHA                    | LIMA        | S/.445.00 |  |  |
| PISCO                           | ICA         | S/.250.00 |  |  | CAÑETE                     | LIMA        | S/.400.00 |  |  |

Figura 3.3.5.1: Datos de ingreso para llevar a cabo Open Solver.

Fuente: Elaboración propia

| DEMANDA<br>PROYECTADA<br>DE LA SEMANA | ORIGEN  | RUMBO SUR |         |       |     |         |       |     |         |     |       | RUMBO NORTE |         |        |      |         |        |      |         |      |        |
|---------------------------------------|---------|-----------|---------|-------|-----|---------|-------|-----|---------|-----|-------|-------------|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|------|--------|
|                                       |         | LIMA      |         |       |     | CANETE  |       |     | CHINCHA |     | PISCO | ICA         |         |        |      | PISCO   |        |      | CHINCHA |      | CANETE |
| DIA                                   | DESTINO | CANETE    | CHINCHA | PISCO | ICA | CHINCHA | PISCO | ICA | PISCO   | ICA | ICA   | PISCO       | CHINCHA | CANETE | LIMA | CHINCHA | CANETE | LIMA | CANETE  | LIMA | LIMA   |
| LUNES                                 | 00:00   | 4         | 25      | 39    | 62  | 17      | 6     | 9   | 14      | 37  | 58    | 33          | 17      | 12     | 293  | 9       | 2      | 89   | 3       | 65   | 44     |
|                                       | 01:00   | 1         | 36      | 86    | 25  | 29      | 17    | 12  | 17      | 74  | 66    | 11          | 13      | 11     | 228  | 9       | 1      | 130  | 1       | 114  | 89     |
|                                       | 02:00   | 18        | 65      | 110   | 13  | 38      | 17    | 20  | 4       | 24  | 43    | 22          | 13      | 17     | 140  | 15      | 5      | 112  | 11      | 149  | 156    |
|                                       | 03:00   | 70        | 121     | 90    | 26  | 53      | 16    | 19  | 11      | 65  | 87    | 55          | 11      | 21     | 125  | 16      | 4      | 88   | 13      | 400  | 261    |
|                                       | 04:00   | 128       | 205     | 102   | 42  | 101     | 14    | 42  | 43      | 202 | 273   | 96          | 60      | 46     | 137  | 23      | 15     | 137  | 82      | 283  | 195    |
|                                       | 05:00   | 230       | 210     | 122   | 83  | 149     | 25    | 43  | 73      | 489 | 406   | 187         | 88      | 29     | 67   | 28      | 8      | 104  | 155     | 304  | 164    |
|                                       | 06:00   | 202       | 228     | 98    | 72  | 128     | 8     | 25  | 60      | 221 | 230   | 584         | 176     | 50     | 105  | 48      | 11     | 107  | 234     | 371  | 215    |
|                                       | 07:00   | 238       | 274     | 199   | 142 | 138     | 30    | 27  | 26      | 124 | 245   | 142         | 52      | 10     | 43   | 33      | 14     | 114  | 131     | 203  | 163    |
|                                       | 08:00   | 157       | 241     | 108   | 126 | 157     | 8     | 17  | 32      | 127 | 355   | 175         | 74      | 15     | 79   | 21      | 8      | 60   | 55      | 89   | 158    |
|                                       | 09:00   | 162       | 179     | 105   | 135 | 104     | 13    | 29  | 35      | 78  | 258   | 172         | 96      | 11     | 89   | 28      | 11     | 51   | 58      | 58   | 250    |
|                                       | 10:00   | 156       | 216     | 106   | 108 | 144     | 12    | 28  | 25      | 65  | 219   | 252         | 120     | 18     | 116  | 32      | 10     | 69   | 48      | 48   | 215    |
|                                       | 11:00   | 147       | 153     | 87    | 62  | 96      | 11    | 23  | 22      | 54  | 202   | 213         | 90      | 17     | 72   | 34      | 26     | 86   | 149     | 135  | 181    |
|                                       | 12:00   | 128       | 154     | 106   | 88  | 106     | 28    | 28  | 29      | 56  | 291   | 203         | 82      | 8      | 59   | 25      | 20     | 73   | 65      | 79   | 77     |
|                                       | 13:00   | 143       | 156     | 104   | 58  | 155     | 20    | 34  | 17      | 37  | 219   | 274         | 78      | 6      | 87   | 23      | 3      | 58   | 104     | 111  | 75     |
|                                       | 14:00   | 101       | 139     | 80    | 94  | 74      | 4     | 18  | 15      | 32  | 130   | 252         | 96      | 18     | 98   | 44      | 7      | 71   | 136     | 142  | 150    |
|                                       | 15:00   | 189       | 208     | 109   | 51  | 134     | 11    | 13  | 36      | 77  | 145   | 173         | 106     | 25     | 91   | 62      | 13     | 95   | 131     | 175  | 147    |
|                                       | 16:00   | 177       | 151     | 169   | 108 | 96      | 20    | 28  | 60      | 91  | 201   | 211         | 92      | 19     | 74   | 77      | 16     | 86   | 140     | 144  | 105    |
|                                       | 17:00   | 144       | 128     | 68    | 64  | 53      | 7     | 15  | 16      | 54  | 121   | 215         | 77      | 16     | 61   | 75      | 21     | 62   | 127     | 145  | 161    |
|                                       | 18:00   | 107       | 79      | 74    | 47  | 36      | 3     | 13  | 45      | 80  | 96    | 264         | 107     | 17     | 55   | 46      | 11     | 76   | 73      | 53   | 147    |
|                                       | 19:00   | 75        | 73      | 51    | 42  | 48      | 9     | 10  | 25      | 20  | 115   | 204         | 78      | 15     | 55   | 24      | 7      | 32   | 76      | 59   | 85     |
|                                       | 20:00   | 77        | 71      | 27    | 55  | 29      | 3     | 6   | 24      | 18  | 81    | 167         | 60      | 10     | 36   | 28      | 3      | 10   | 20      | 29   | 11     |
|                                       | 21:00   | 73        | 48      | 24    | 38  | 22      | 2     | 4   | 18      | 8   | 49    | 146         | 48      | 2      | 30   | 28      | 10     | 24   | 12      | 19   | 15     |
|                                       | 22:00   | 72        | 46      | 25    | 74  | 22      | 2     | 14  | 13      | 11  | 38    | 99          | 34      | 6      | 36   | 26      | 2      | 21   | 6       | 15   | 22     |
|                                       | 23:00   | 24        | 45      | 20    | 89  | 15      | 4     | 5   | 6       | 18  | 37    | 59          | 17      | 3      | 61   | 9       | 9      | 17   | 6       | 19   | 10     |
| MARTES                                | 00:00   | 18        | 11      | 14    | 72  | 19      | 7     | 2   | 9       | 17  | 17    | 13          | 11      | 2      | 74   | 9       | 1      | 40   | 4       | 27   | 11     |
|                                       | 01:00   | 6         | 7       | 13    | 33  | 6       | 6     | 1   | 5       | 8   | 15    | 17          | 13      | 2      | 85   | 10      | 1      | 55   | 2       | 28   | 24     |
|                                       | 02:00   | 6         | 10      | 9     | 25  | 17      | 9     | 19  | 4       | 25  | 36    | 4           | 6       | 2      | 127  | 6       | 7      | 43   | 3       | 29   | 62     |
|                                       | 03:00   | 18        | 17      | 17    | 29  | 35      | 7     | 10  | 17      | 31  | 34    | 22          | 5       | 4      | 92   | 15      | 1      | 53   | 14      | 140  | 108    |
|                                       | 04:00   | 41        | 46      | 27    | 29  | 81      | 10    | 12  | 27      | 73  | 144   | 78          | 41      | 13     | 124  | 28      | 6      | 95   | 58      | 165  | 178    |
|                                       | 05:00   | 121       | 114     | 34    | 60  | 135     | 23    | 17  | 62      | 236 | 255   | 166         | 50      | 22     | 82   | 26      | 10     | 111  | 126     | 237  | 164    |
|                                       | 06:00   | 185       | 124     | 57    | 94  | 143     | 25    | 31  | 86      | 236 | 427   | 371         | 118     | 18     | 66   | 43      | 7      | 68   | 211     | 258  | 202    |
|                                       | 07:00   | 230       | 101     | 45    | 93  | 119     | 13    | 25  | 28      | 84  | 177   | 207         | 61      | 14     | 68   | 28      | 8      | 35   | 178     | 231  | 196    |
|                                       | 08:00   | 221       | 133     | 68    | 98  | 98      | 17    | 12  | 42      | 102 | 203   | 158         | 69      | 19     | 63   | 29      | 7      | 64   | 72      | 100  | 78     |
|                                       | 09:00   | 192       | 116     | 78    | 104 | 111     | 14    | 17  | 30      | 66  | 293   | 177         | 93      | 16     | 46   | 26      | 11     | 63   | 49      | 68   | 92     |
|                                       | 10:00   | 145       | 94      | 62    | 66  | 87      | 9     | 12  | 30      | 68  | 251   | 247         | 123     | 19     | 88   | 15      | 13     | 47   | 92      | 99   | 156    |
|                                       | 11:00   | 159       | 81      | 49    | 60  | 72      | 5     | 14  | 15      | 56  | 172   | 234         | 66      | 23     | 60   | 44      | 11     | 52   | 66      | 50   | 112    |
|                                       | 12:00   | 97        | 73      | 43    | 61  | 81      | 8     | 19  | 18      | 44  | 179   | 231         | 78      | 16     | 54   | 41      | 10     | 63   | 113     | 73   | 116    |
|                                       | 13:00   | 122       | 97      | 37    | 80  | 103     | 8     | 19  | 11      | 55  | 212   | 239         | 81      | 11     | 57   | 37      | 5      | 38   | 87      | 102  | 118    |
|                                       | 14:00   | 166       | 132     | 64    | 105 | 125     | 7     | 19  | 14      | 37  | 186   | 150         | 82      | 17     | 72   | 37      | 7      | 57   | 128     | 78   | 128    |
|                                       | 15:00   | 200       | 122     | 74    | 99  | 168     | 4     | 41  | 55      | 98  | 196   | 175         | 97      | 20     | 66   | 64      | 9      | 58   | 123     | 112  | 184    |
|                                       | 16:00   | 187       | 139     | 69    | 73  | 164     | 5     | 13  | 32      | 39  | 181   | 217         | 98      | 15     | 52   | 78      | 20     | 62   | 75      | 80   | 82     |
|                                       | 17:00   | 159       | 146     | 77    | 97  | 67      | 7     | 9   | 50      | 73  | 208   | 241         | 91      | 14     | 58   | 69      | 17     | 46   | 104     | 96   | 139    |
|                                       | 18:00   | 110       | 93      | 26    | 35  | 66      | 10    | 30  | 23      | 40  | 89    | 212         | 105     | 19     | 33   | 50      | 6      | 51   | 137     | 63   | 124    |
|                                       | 19:00   | 86        | 60      | 22    | 34  | 43      | 4     | 8   | 49      | 29  | 154   | 193         | 92      | 13     | 22   | 36      | 6      | 24   | 106     | 83   | 98     |
|                                       | 20:00   | 60        | 88      | 29    | 24  | 20      | 10    | 8   | 21      | 5   | 92    | 136         | 58      | 9      | 27   | 26      | 8      | 7    | 29      | 24   | 43     |
|                                       | 21:00   | 37        | 65      | 22    | 60  | 10      | 5     | 1   | 9       | 8   | 41    | 135         | 55      | 3      | 7    | 49      | 3      | 8    | 15      | 13   | 15     |
|                                       | 22:00   | 72        | 44      | 14    | 88  | 12      | 2     | 5   | 7       | 21  | 26    | 108         | 37      | 20     | 48   | 69      | 2      | 4    | 18      | 10   | 10     |
|                                       | 23:00   | 20        | 21      | 31    | 73  | 20      | 8     | 2   | 3       | 2   | 22    | 54          | 13      | 4      | 42   | 28      | 1      | 27   | 8       | 27   | 8      |

|           | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| MIERCOLES | 18    | 17    | 13    | 13    | 17    | 8     | 5     | 4     | 6     | 18    | 20    | 27    | 16    | 6     | 82    | 7     | 2     | 37    | 10    | 31    | 12    |       |       |       |  |
|           | 10    | 18    | 8     | 23    | 7     | 1     | 3     | 13    | 13    | 33    | 10    | 10    | 2     | 81    | 3     | 3     | 1     | 22    | 5     | 35    | 14    |       |       |       |  |
|           | 10    | 16    | 5     | 36    | 17    | 6     | 11    | 2     | 15    | 44    | 7     | 6     | 5     | 101   | 2     | 1     | 39    | 4     | 16    | 33    |       |       |       |       |  |
|           | 18    | 15    | 20    | 21    | 39    | 3     | 5     | 20    | 25    | 56    | 17    | 11    | 3     | 66    | 11    | 9     | 72    | 7     | 92    | 77    |       |       |       |       |  |
|           | 49    | 31    | 27    | 36    | 96    | 20    | 15    | 46    | 82    | 155   | 51    | 38    | 12    | 129   | 39    | 17    | 85    | 64    | 148   | 170   |       |       |       |       |  |
|           | 156   | 136   | 35    | 72    | 107   | 16    | 23    | 68    | 188   | 268   | 169   | 57    | 15    | 82    | 28    | 12    | 98    | 146   | 230   | 182   |       |       |       |       |  |
|           | 196   | 123   | 67    | 107   | 161   | 13    | 30    | 62    | 209   | 363   | 377   | 109   | 12    | 62    | 33    | 6     | 81    | 203   | 327   | 243   |       |       |       |       |  |
|           | 256   | 123   | 58    | 98    | 106   | 15    | 24    | 39    | 87    | 256   | 167   | 51    | 17    | 32    | 30    | 21    | 45    | 129   | 201   | 171   |       |       |       |       |  |
|           | 173   | 146   | 96    | 109   | 85    | 16    | 24    | 49    | 117   | 269   | 139   | 91    | 15    | 43    | 24    | 6     | 69    | 42    | 69    | 59    |       |       |       |       |  |
|           | 170   | 127   | 82    | 99    | 104   | 21    | 6     | 27    | 73    | 267   | 190   | 88    | 14    | 53    | 24    | 3     | 67    | 56    | 62    | 134   |       |       |       |       |  |
|           | 170   | 121   | 60    | 72    | 75    | 63    | 20    | 17    | 19    | 78    | 199   | 180   | 86    | 12    | 63    | 37    | 10    | 39    | 92    | 84    | 175   |       |       |       |  |
|           | 134   | 102   | 56    | 66    | 100   | 12    | 24    | 19    | 53    | 210   | 227   | 86    | 16    | 49    | 48    | 14    | 90    | 94    | 76    | 160   |       |       |       |       |  |
|           | 102   | 97    | 56    | 50    | 63    | 14    | 12    | 12    | 52    | 143   | 183   | 78    | 15    | 41    | 58    | 13    | 75    | 87    | 86    | 114   |       |       |       |       |  |
|           | 100   | 83    | 47    | 42    | 85    | 9     | 13    | 15    | 43    | 229   | 189   | 54    | 20    | 44    | 41    | 5     | 48    | 90    | 108   | 154   |       |       |       |       |  |
|           | 144   | 125   | 61    | 69    | 146   | 12    | 21    | 18    | 52    | 218   | 170   | 90    | 13    | 63    | 43    | 19    | 92    | 126   | 133   | 83    |       |       |       |       |  |
|           | 196   | 138   | 50    | 66    | 178   | 7     | 18    | 44    | 76    | 156   | 216   | 110   | 18    | 62    | 63    | 21    | 74    | 123   | 113   | 187   |       |       |       |       |  |
|           | 256   | 138   | 99    | 102   | 154   | 13    | 39    | 60    | 88    | 209   | 155   | 86    | 17    | 29    | 78    | 27    | 58    | 122   | 76    | 162   |       |       |       |       |  |
|           | 188   | 173   | 75    | 91    | 115   | 15    | 19    | 52    | 58    | 178   | 239   | 109   | 9     | 44    | 41    | 11    | 37    | 129   | 112   | 133   |       |       |       |       |  |
|           | 82    | 87    | 40    | 44    | 69    | 12    | 31    | 48    | 48    | 132   | 214   | 69    | 25    | 28    | 54    | 15    | 56    | 117   | 86    | 148   |       |       |       |       |  |
|           | 75    | 79    | 31    | 54    | 25    | 4     | 10    | 31    | 52    | 114   | 239   | 63    | 15    | 30    | 49    | 9     | 37    | 64    | 52    | 52    |       |       |       |       |  |
|           | 68    | 72    | 30    | 33    | 12    | 1     | 3     | 34    | 24    | 74    | 134   | 55    | 11    | 31    | 38    | 1     | 26    | 25    | 29    | 30    |       |       |       |       |  |
|           | 36    | 76    | 27    | 54    | 17    | 2     | 1     | 29    | 13    | 56    | 144   | 56    | 12    | 41    | 24    | 3     | 18    | 21    | 12    | 30    |       |       |       |       |  |
|           | 37    | 38    | 13    | 75    | 37    | 4     | 14    | 8     | 12    | 29    | 114   | 34    | 3     | 27    | 54    | 9     | 12    | 12    | 4     | 12    |       |       |       |       |  |
|           | 34    | 39    | 12    | 83    | 1     | 7     | 6     | 12    | 13    | 31    | 36    | 28    | 2     | 26    | 14    | 2     | 18    | 3     | 6     | 15    |       |       |       |       |  |
| JUEVES    | 24    | 20    | 6     | 85    | 2     | 1     | 6     | 9     | 23    | 25    | 27    | 9     | 2     | 86    | 14    | 1     | 17    | 12    | 13    | 14    |       |       |       |       |  |
|           | 6     | 10    | 22    | 53    | 12    | 1     | 4     | 6     | 10    | 24    | 8     | 23    | 2     | 76    | 6     | 3     | 31    | 4     | 30    | 18    |       |       |       |       |  |
|           | 8     | 10    | 10    | 15    | 20    | 5     | 8     | 8     | 8     | 16    | 17    | 6     | 3     | 91    | 15    | 3     | 57    | 1     | 23    | 41    |       |       |       |       |  |
|           | 22    | 14    | 15    | 18    | 51    | 7     | 14    | 12    | 40    | 46    | 25    | 21    | 2     | 109   | 17    | 3     | 87    | 22    | 114   | 95    |       |       |       |       |  |
|           | 46    | 51    | 26    | 45    | 81    | 11    | 9     | 23    | 80    | 131   | 73    | 29    | 14    | 97    | 26    | 7     | 103   | 61    | 146   | 163   |       |       |       |       |  |
|           | 138   | 99    | 36    | 71    | 125   | 18    | 17    | 61    | 184   | 301   | 225   | 74    | 31    | 86    | 45    | 9     | 103   | 142   | 202   | 235   |       |       |       |       |  |
|           | 183   | 140   | 30    | 79    | 105   | 20    | 29    | 58    | 214   | 378   | 404   | 97    | 28    | 73    | 38    | 8     | 73    | 192   | 318   | 216   |       |       |       |       |  |
|           | 216   | 131   | 60    | 64    | 128   | 18    | 28    | 74    | 189   | 302   | 176   | 72    | 17    | 43    | 40    | 7     | 62    | 170   | 220   | 157   |       |       |       |       |  |
|           | 196   | 131   | 64    | 120   | 108   | 4     | 20    | 35    | 110   | 165   | 134   | 66    | 13    | 35    | 24    | 3     | 55    | 57    | 87    | 85    |       |       |       |       |  |
|           | 195   | 136   | 58    | 95    | 115   | 7     | 31    | 18    | 67    | 278   | 185   | 65    | 37    | 74    | 31    | 4     | 38    | 71    | 49    | 159   |       |       |       |       |  |
|           | 168   | 135   | 71    | 119   | 107   | 15    | 11    | 23    | 60    | 193   | 156   | 89    | 10    | 78    | 24    | 8     | 50    | 82    | 64    | 122   |       |       |       |       |  |
|           | 125   | 85    | 45    | 72    | 51    | 6     | 22    | 39    | 91    | 212   | 207   | 88    | 15    | 68    | 23    | 8     | 58    | 91    | 73    | 85    |       |       |       |       |  |
|           | 115   | 71    | 33    | 65    | 115   | 10    | 17    | 19    | 52    | 191   | 213   | 82    | 8     | 50    | 52    | 19    | 38    | 64    | 104   | 85    |       |       |       |       |  |
|           | 104   | 94    | 38    | 50    | 115   | 11    | 17    | 15    | 65    | 211   | 246   | 92    | 19    | 65    | 35    | 9     | 81    | 93    | 118   | 123   |       |       |       |       |  |
|           | 217   | 137   | 43    | 84    | 88    | 9     | 16    | 26    | 43    | 211   | 216   | 91    | 15    | 71    | 45    | 21    | 66    | 168   | 147   | 214   |       |       |       |       |  |
|           | 160   | 138   | 65    | 88    | 185   | 6     | 20    | 24    | 43    | 231   | 171   | 109   | 40    | 72    | 50    | 8     | 83    | 91    | 113   | 154   |       |       |       |       |  |
|           | 223   | 119   | 81    | 110   | 114   | 9     | 24    | 39    | 60    | 281   | 212   | 120   | 17    | 72    | 35    | 10    | 96    | 124   | 86    | 71    |       |       |       |       |  |
|           | 167   | 159   | 70    | 58    | 97    | 6     | 15    | 43    | 41    | 128   | 243   | 96    | 10    | 47    | 51    | 28    | 40    | 122   | 105   | 130   |       |       |       |       |  |
|           | 95    | 94    | 40    | 58    | 54    | 7     | 11    | 4     | 14    | 155   | 246   | 93    | 11    | 53    | 46    | 9     | 62    | 148   | 94    | 105   |       |       |       |       |  |
|           | 88    | 75    | 24    | 47    | 62    | 6     | 3     | 28    | 46    | 97    | 180   | 88    | 17    | 25    | 31    | 5     | 21    | 126   | 85    | 144   |       |       |       |       |  |
|           | 68    | 67    | 29    | 31    | 30    | 9     | 5     | 27    | 24    | 51    | 157   | 52    | 10    | 18    | 31    | 4     | 26    | 17    | 41    | 68    |       |       |       |       |  |
|           | 48    | 85    | 19    | 71    | 35    | 8     | 6     | 19    | 22    | 48    | 133   | 52    | 9     | 40    | 27    | 2     | 23    | 15    | 33    | 13    |       |       |       |       |  |
|           | 26    | 34    | 26    | 79    | 4     | 3     | 9     | 7     | 14    | 29    | 124   | 48    | 5     | 44    | 57    | 1     | 12    | 23    | 13    | 27    |       |       |       |       |  |
|           | 45    | 64    | 15    | 88    | 13    | 1     | 1     | 7     | 15    | 34    | 45    | 22    | 1     | 46    | 20    | 1     | 24    | 8     | 9     | 16    |       |       |       |       |  |
| VIERNES   | 22    | 73    | 27    | 119   | 15    | 6     | 2     | 16    | 10    | 32    | 33    | 8     | 5     | 89    | 7     | 3     | 31    | 6     | 21    | 18    |       |       |       |       |  |
|           | 6     | 27    | 5     | 26    | 8     | 6     | 4     | 8     | 12    | 24    | 3     | 2     | 2     | 106   | 5     | 4     | 31    | 5     | 47    | 24    |       |       |       |       |  |
|           | 10    | 9     | 19    | 20    | 33    | 6     | 16    | 7     | 22    | 64    | 5     | 9     | 3     | 89    | 4     | 2     | 53    | 7     | 27    | 51    |       |       |       |       |  |
|           | 27    | 20    | 13    | 22    | 33    | 6     | 9     | 17    | 48    | 61    | 19    | 3     | 5     | 61    | 5     | 2     | 53    | 9     | 107   | 73    |       |       |       |       |  |
|           | 69    | 72    | 30    | 45    | 65    | 18    | 10    | 33    | 72    | 128   | 57    | 29    | 20    | 137   | 17    | 9     | 100   | 55    | 109   | 143   |       |       |       |       |  |
|           | 122   | 97    | 65    | 63    | 102   | 21    | 21    | 79    | 175   | 325   | 156   | 60    | 13    | 109   | 43    | 13    | 83    | 101   | 161   | 131   |       |       |       |       |  |
|           | 188   | 123   | 70    | 116   | 82    | 7     | 23    | 56    | 203   | 327   | 335   | 92    | 11    | 71    | 58    | 4     | 72    | 217   | 293   | 196   |       |       |       |       |  |
|           | 253   | 121   | 60    | 84    | 152   | 11    | 34    | 37    | 143   | 282   | 168   | 67    | 27    | 54    | 25    | 14    | 55    | 158   | 147   | 86    |       |       |       |       |  |
|           | 244   | 126   | 75    | 129   | 66    | 3     | 20    | 35    | 118   | 343   | 160   | 82    | 8     | 51    | 32    | 15    | 51    | 43    | 67    | 106   |       |       |       |       |  |
|           | 216   | 164   | 74    | 119   | 120   | 19    | 27    | 33    | 73    | 295   | 206   | 58    | 21    | 66    | 20    | 11    | 69    | 50    | 34    | 169   |       |       |       |       |  |
|           | 192   | 165   | 54    | 119   | 110   | 10    | 29    | 33    | 64    | 189   | 179   | 103   | 28    | 91    | 42    | 17    | 83    | 114   | 134   | 153   |       |       |       |       |  |
|           | 165   | 143   | 61    | 129   | 103   | 10    | 25    | 31    | 86    | 270   | 208   | 96    | 29    | 76    | 43    | 24    | 71    | 135   | 139   | 184   |       |       |       |       |  |
|           | 147   | 111   | 63    | 83    | 106   | 19    | 25    | 27    | 56    | 258   | 263   | 95    | 26    | 76    | 62    | 11    | 71    | 128   | 113   | 98    |       |       |       |       |  |
|           | 196   | 165   | 79    | 127   | 125   | 21    | 38    | 29    | 118   | 207   | 223   | 148   | 11    | 74    | 54    | 19    | 90    | 139   | 117   | 107   |       |       |       |       |  |
|           | 327   | 231   | 62    | 98    | 177   | 26    | 43    | 30    | 64    | 221   | 291   | 120   | 30    | 91    | 46    | 26    | 68    | 84    | 97    | 160   |       |       |       |       |  |
|           | 309   | 228   | 92    | 168   | 150   | 24    | 54    | 63    | 87    | 266   | 195   | 105   | 38    | 109   | 71    | 17    | 133   | 117   | 151   | 236   |       |       |       |       |  |
|           | 305   | 233   | 144   | 214   | 105   | 9     | 40    | 48    | 114   | 121   | 185   | 110   | 24    | 90    | 68    | 10    | 99    | 138   | 106</ |       |       |       |       |       |  |



Fuente:Elaboracion propia

| TURNOS           |         | RUMBO SUR |         |     |        |         |       | RUMBO NORTE |         |        |      |         |        |
|------------------|---------|-----------|---------|-----|--------|---------|-------|-------------|---------|--------|------|---------|--------|
|                  |         | LIMA      |         |     | CAÑETE | CHINCHA | PISCO | ICA         |         |        |      | CHINCHA | CANETE |
|                  |         | CAÑETE    | CHINCHA | ICA | ICA    | ICA     | ICA   | PISCO       | CHINCHA | CAÑETE | LIMA | LIMA    | LIMA   |
| DIA              | DESTINO |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
| <b>LUNES</b>     | 00:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 01:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 02:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 03:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 04:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 05:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 06:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 07:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 08:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 09:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 10:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 11:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 12:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 13:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 14:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 15:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 16:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 17:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 18:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 19:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 20:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 21:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 22:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 23:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
| <b>MARTES</b>    | 00:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 01:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 02:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 03:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 04:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 05:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 06:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 07:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 08:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 09:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 10:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 11:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 12:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 13:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 14:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 15:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 16:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 17:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 18:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 19:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 20:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 21:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 22:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 23:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
| <b>MIERCOLES</b> | 00:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 01:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 02:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 03:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 04:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 05:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 06:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 07:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 08:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 09:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 10:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 11:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 12:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 13:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 14:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 15:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 16:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 17:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 18:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 19:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 20:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 21:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 22:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |
|                  | 23:00   |           |         |     |        |         |       |             |         |        |      |         |        |

|                |       |  |  |  |  |  |  |
|----------------|-------|--|--|--|--|--|--|
| <b>JUEVES</b>  | 00:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 01:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 02:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 03:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 04:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 05:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 06:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 07:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 08:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 09:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 10:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 11:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 12:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 13:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 14:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 15:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 16:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 17:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 18:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 19:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 20:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 21:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 22:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 23:00 |  |  |  |  |  |  |
| <b>VIERNES</b> | 00:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 01:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 02:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 03:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 04:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 05:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 06:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 07:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 08:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 09:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 10:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 11:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 12:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 13:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 14:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 15:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 16:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 17:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 18:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 19:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 20:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 21:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 22:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 23:00 |  |  |  |  |  |  |
| <b>SABADO</b>  | 00:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 01:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 02:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 03:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 04:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 05:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 06:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 07:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 08:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 09:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 10:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 11:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 12:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 13:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 14:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 15:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 16:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 17:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 18:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 19:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 20:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 21:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 22:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 23:00 |  |  |  |  |  |  |
| <b>DOMINGO</b> | 00:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 01:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 02:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 03:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 04:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 05:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 06:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 07:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 08:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 09:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 10:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 11:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 12:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 13:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 14:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 15:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 16:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 17:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 18:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 19:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 20:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 21:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 22:00 |  |  |  |  |  |  |
|                | 23:00 |  |  |  |  |  |  |

Figura 3.3.5.3:Tabla donde se llenara las distribucion de viajes.

Fuente:Elaboracion propia

|           |         | 2016   |        |         |       |     |       |         |        |        |        |         |       |     |       |         |        |
|-----------|---------|--------|--------|---------|-------|-----|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|-------|---------|--------|
|           |         | Turnos |        |         |       |     |       |         |        | OCUPAC |        |         |       |     |       |         |        |
|           |         | SUR    |        |         |       | NOR |       |         |        | SUR    |        |         |       | NOR |       |         |        |
| DIA       | Horario | LIMA   | CANETE | CHINCHA | PISCO | ICA | PISCO | CHINCHA | CANETE | LIMA   | CANETE | CHINCHA | PISCO | ICA | PISCO | CHINCHA | CANETE |
| LUNES     | 00      | 7      | 7      | 9       | 9     | 9   | 9     | 12      | 12     | 13     | 17     | 23      | 34    | 37  | 48    | 47      | 54     |
|           | 01      | 4      | 4      | 10      | 10    | 10  | 10    | 17      | 17     | 11     | 29     | 38      | 43    | 22  | 33    | 40      | 50     |
|           | 02      | 4      | 4      | 16      | 16    | 9   | 9     | 16      | 16     | 17     | 37     | 32      | 45    | 22  | 36    | 41      | 54     |
|           | 03      | 6      | 6      | 8       | 8     | 9   | 9     | 15      | 15     | 28     | 40     | 34      | 55    | 25  | 30    | 41      | 53     |
|           | 04      | 12     | 13     | 13      | 13    | 10  | 10    | 16      | 16     | 34     | 29     | 27      | 37    | 35  | 47    | 52      | 57     |
|           | 05      | 18     | 17     | 15      | 15    | 8   | 8     | 9       | 9      | 44     | 29     | 28      | 36    | 47  | 39    | 51      | 50     |
|           | 06      | 19     | 15     | 13      | 13    | 15  | 15    | 12      | 14     | 41     | 31     | 22      | 17    | 61  | 36    | 59      | 59     |
|           | 07      | 18     | 15     | 12      | 12    | 9   | 9     | 9       | 11     | 55     | 45     | 39      | 35    | 28  | 24    | 44      | 55     |
|           | 08      | 14     | 12     | 10      | 10    | 8   | 8     | 8       | 10     | 44     | 42     | 35      | 52    | 43  | 31    | 31      | 32     |
|           | 09      | 13     | 12     | 10      | 10    | 8   | 8     | 11      | 13     | 45     | 38     | 31      | 41    | 46  | 40    | 43      | 39     |
|           | 10      | 12     | 11     | 8       | 8     | 9   | 9     | 9       | 10     | 47     | 48     | 37      | 58    | 56  | 40    | 39      | 38     |
|           | 11      | 9      | 9      | 7       | 7     | 8   | 8     | 10      | 12     | 47     | 41     | 33      | 46    | 49  | 38    | 47      | 41     |
|           | 12      | 9      | 9      | 10      | 10    | 7   | 7     | 9       | 9      | 45     | 39     | 29      | 47    | 52  | 40    | 47      | 45     |
|           | 13      | 9      | 9      | 9       | 9     | 8   | 5     | 8       | 9      | 42     | 38     | 32      | 48    | 56  | 55    | 58      | 54     |
|           | 14      | 10     | 9      | 8       | 8     | 10  | 9     | 11      | 10     | 39     | 39     | 33      | 39    | 47  | 40    | 41      | 45     |
|           | 15      | 11     | 10     | 7       | 7     | 11  | 11    | 13      | 11     | 48     | 48     | 38      | 41    | 36  | 35    | 40      | 48     |
|           | 16      | 11     | 11     | 8       | 9     | 11  | 11    | 8       | 9      | 53     | 42     | 45      | 36    | 37  | 33    | 45      | 42     |
|           | 17      | 11     | 11     | 8       | 8     | 11  | 11    | 9       | 9      | 37     | 26     | 20      | 19    | 34  | 31    | 38      | 37     |
|           | 18      | 9      | 9      | 7       | 7     | 11  | 11    | 8       | 8      | 34     | 21     | 20      | 16    | 41  | 26    | 32      | 32     |
|           | 19      | 8      | 8      | 6       | 6     | 10  | 9     | 7       | 7      | 32     | 24     | 19      | 13    | 35  | 21    | 25      | 21     |
|           | 20      | 6      | 6      | 5       | 5     | 9   | 9     | 7       | 7      | 41     | 30     | 20      | 16    | 30  | 16    | 12      | 10     |
|           | 21      | 6      | 6      | 4       | 4     | 8   | 7     | 5       | 5      | 36     | 20     | 18      | 12    | 28  | 21    | 18      | 18     |
|           | 22      | 4      | 4      | 3       | 3     | 7   | 6     | 5       | 5      | 53     | 37     | 32      | 24    | 26  | 22    | 18      | 20     |
|           | 23      | 4      | 4      | 3       | 3     | 5   | 4     | 4       | 4      | 42     | 35     | 31      | 29    | 28  | 27    | 27      | 27     |
| MARTES    | 00      | 3      | 3      | 3       | 3     | 4   | 4     | 4       | 4      | 44     | 42     | 40      | 43    | 26  | 35    | 41      | 47     |
|           | 01      | 2      | 2      | 6       | 6     | 4   | 4     | 7       | 7      | 33     | 42     | 33      | 49    | 29  | 43    | 43      | 51     |
|           | 02      | 2      | 3      | 10      | 10    | 5   | 5     | 9       | 10     | 25     | 46     | 27      | 46    | 28  | 36    | 36      | 44     |
|           | 03      | 3      | 5      | 10      | 10    | 6   | 6     | 10      | 10     | 31     | 38     | 32      | 40    | 22  | 31    | 36      | 47     |
|           | 04      | 6      | 6      | 6       | 6     | 9   | 9     | 15      | 15     | 30     | 41     | 37      | 53    | 29  | 37    | 41      | 51     |
|           | 05      | 15     | 14     | 13      | 14    | 12  | 12    | 17      | 17     | 38     | 28     | 25      | 29    | 27  | 25    | 38      | 41     |
|           | 06      | 18     | 15     | 12      | 13    | 14  | 14    | 11      | 12     | 45     | 28     | 25      | 32    | 41  | 22    | 34      | 34     |
|           | 07      | 17     | 14     | 10      | 10    | 9   | 9     | 10      | 12     | 43     | 30     | 29      | 41    | 39  | 27    | 40      | 37     |
|           | 08      | 17     | 15     | 12      | 12    | 9   | 9     | 11      | 13     | 42     | 30     | 24      | 28    | 35  | 27    | 35      | 32     |
|           | 09      | 15     | 14     | 10      | 10    | 9   | 9     | 11      | 12     | 38     | 29     | 23      | 33    | 37  | 30    | 26      | 26     |
|           | 10      | 12     | 11     | 9       | 9     | 9   | 9     | 10      | 11     | 39     | 33     | 31      | 46    | 53  | 32    | 33      | 33     |
|           | 11      | 10     | 10     | 7       | 7     | 10  | 10    | 12      | 13     | 43     | 28     | 28      | 44    | 39  | 29    | 30      | 27     |
|           | 12      | 9      | 9      | 9       | 9     | 10  | 9     | 10      | 11     | 42     | 36     | 27      | 39    | 38  | 26    | 36      | 33     |
|           | 13      | 10     | 9      | 9       | 9     | 12  | 8     | 11      | 13     | 40     | 41     | 24      | 43    | 32  | 34    | 33      | 33     |
|           | 14      | 11     | 10     | 8       | 9     | 11  | 11    | 13      | 12     | 42     | 38     | 35      | 39    | 30  | 26    | 29      | 35     |
|           | 15      | 14     | 13     | 10      | 12    | 11  | 11    | 13      | 13     | 43     | 38     | 31      | 34    | 33  | 29    | 30      | 31     |
|           | 16      | 17     | 16     | 12      | 12    | 9   | 9     | 10      | 11     | 36     | 34     | 30      | 26    | 43  | 35    | 31      | 29     |
|           | 17      | 15     | 15     | 12      | 12    | 9   | 9     | 9       | 9      | 40     | 28     | 19      | 17    | 45  | 34    | 40      | 38     |
|           | 18      | 9      | 9      | 7       | 7     | 10  | 10    | 7       | 7      | 35     | 21     | 16      | 11    | 37  | 26    | 31      | 28     |
|           | 19      | 7      | 7      | 6       | 6     | 7   | 6     | 4       | 4      | 34     | 19     | 17      | 16    | 46  | 29    | 24      | 23     |
|           | 20      | 5      | 5      | 3       | 3     | 6   | 6     | 4       | 4      | 50     | 36     | 27      | 17    | 38  | 22    | 16      | 16     |
|           | 21      | 5      | 5      | 4       | 4     | 5   | 5     | 3       | 3      | 53     | 35     | 28      | 23    | 39  | 30    | 18      | 18     |
|           | 22      | 5      | 5      | 3       | 3     | 6   | 5     | 4       | 4      | 46     | 28     | 37      | 32    | 36  | 32    | 29      | 24     |
|           | 23      | 5      | 5      | 5       | 5     | 3   | 3     | 3       | 3      | 32     | 28     | 23      | 18    | 38  | 34    | 32      | 32     |
| MIÉRCOLES | 00      | 3      | 3      | 3       | 3     | 4   | 4     | 4       | 4      | 28     | 24     | 27      | 32    | 30  | 32    | 37      | 42     |
|           | 01      | 2      | 2      | 5       | 5     | 4   | 4     | 7       | 7      | 32     | 32     | 24      | 41    | 26  | 31    | 32      | 40     |
|           | 02      | 2      | 4      | 10      | 10    | 4   | 4     | 8       | 8      | 34     | 40     | 30      | 55    | 30  | 43    | 39      | 50     |
|           | 03      | 3      | 4      | 10      | 10    | 6   | 6     | 10      | 10     | 27     | 40     | 29      | 45    | 17  | 28    | 31      | 43     |
|           | 04      | 6      | 6      | 6       | 6     | 9   | 9     | 15      | 16     | 29     | 44     | 38      | 42    | 26  | 38    | 45      | 48     |
|           | 05      | 15     | 14     | 13      | 13    | 12  | 12    | 16      | 16     | 41     | 31     | 27      | 42    | 27  | 25    | 37      | 40     |
|           | 06      | 18     | 15     | 12      | 12    | 15  | 14    | 11      | 12     | 50     | 29     | 26      | 32    | 37  | 22    | 38      | 39     |
|           | 07      | 17     | 14     | 10      | 10    | 8   | 8     | 8       | 11     | 44     | 30     | 28      | 34    | 34  | 24    | 35      | 36     |
|           | 08      | 15     | 13     | 10      | 10    | 7   | 7     | 9       | 11     | 49     | 36     | 34      | 37    | 42  | 38    | 38      | 39     |
|           | 09      | 12     | 11     | 10      | 10    | 10  | 10    | 12      | 13     | 53     | 42     | 30      | 45    | 35  | 25    | 26      | 28     |
|           | 10      | 11     | 10     | 7       | 7     | 9   | 9     | 10      | 10     | 48     | 35     | 32      | 47    | 38  | 29    | 30      | 30     |
|           | 11      | 10     | 10     | 9       | 9     | 10  | 10    | 12      | 13     | 44     | 33     | 23      | 37    | 38  | 33    | 34      | 35     |
|           | 12      | 9      | 9      | 9       | 9     | 10  | 9     | 10      | 12     | 43     | 35     | 25      | 32    | 32  | 28    | 35      | 33     |
|           | 13      | 10     | 9      | 8       | 8     | 12  | 8     | 11      | 12     | 36     | 32     | 30      | 47    | 26  | 30    | 31      | 36     |
|           | 14      | 12     | 11     | 9       | 9     | 10  | 10    | 12      | 11     | 41     | 43     | 36      | 43    | 35  | 34    | 34      | 40     |
|           | 15      | 13     | 12     | 9       | 9     | 12  | 12    | 13      | 13     | 49     | 43     | 31      | 30    | 34  | 28    | 33      | 38     |
|           | 16      | 16     | 15     | 13      | 14    | 10  | 10    | 10      | 11     | 45     | 38     | 30      | 25    | 29  | 29    | 38      | 32     |
|           | 17      | 15     | 15     | 11      | 11    | 10  | 10    | 8       | 9      | 45     | 31     | 25      | 19    | 41  | 29    | 36      | 27     |
|           | 18      | 8      | 8      | 7       | 7     | 10  | 10    | 7       | 7      | 36     | 25     | 26      | 13    | 34  | 22    | 27      | 22     |
|           | 19      | 6      | 6      | 4       | 4     | 8   | 7     | 5       | 5      | 51     | 28     | 28      | 23    | 47  | 32    | 32      | 33     |
|           | 20      | 5      | 5      | 3       | 3     | 6   | 6     | 4       | 4      | 52     | 40     | 32      | 19    | 39  | 29    | 36      | 33     |
|           | 21      | 5      | 5      | 4       | 4     | 6   | 5     | 3       | 3      | 43     | 34     | 28      | 20    | 43  | 34    | 31      | 29     |
|           | 22      | 4      | 4      | 3       | 3     | 5   | 4     | 3       | 3      | 52     | 36     | 34      | 32    | 36  | 29    | 18      | 17     |
|           | 23      | 4      | 4      | 3       | 3     | 3   | 2     | 2       | 2      | 52     | 36     | 39      | 41    | 31  | 41    | 31      | 30     |

|         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| JUEVES  | 00 | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 45 | 43 | 45 | 57 | 29 | 30 | 30 | 34 |
|         | 01 | 2  | 2  | 5  | 5  | 4  | 4  | 7  | 8  | 47 | 57 | 36 | 50 | 28 | 34 | 33 | 38 |
|         | 02 | 2  | 4  | 10 | 10 | 5  | 5  | 8  | 8  | 23 | 32 | 24 | 39 | 24 | 39 | 40 | 49 |
|         | 03 | 3  | 4  | 10 | 10 | 6  | 6  | 10 | 10 | 27 | 46 | 34 | 48 | 27 | 41 | 38 | 55 |
|         | 04 | 6  | 6  | 7  | 7  | 9  | 9  | 15 | 15 | 34 | 39 | 39 | 48 | 24 | 34 | 42 | 52 |
|         | 05 | 15 | 14 | 13 | 14 | 12 | 12 | 17 | 17 | 40 | 29 | 24 | 39 | 35 | 28 | 38 | 41 |
|         | 06 | 18 | 15 | 12 | 12 | 14 | 14 | 11 | 13 | 46 | 27 | 21 | 37 | 43 | 23 | 41 | 41 |
|         | 07 | 17 | 14 | 10 | 10 | 9  | 9  | 9  | 11 | 44 | 29 | 28 | 37 | 34 | 26 | 36 | 37 |
|         | 08 | 15 | 13 | 10 | 10 | 9  | 9  | 11 | 13 | 50 | 33 | 35 | 50 | 28 | 21 | 25 | 27 |
|         | 09 | 14 | 13 | 9  | 9  | 9  | 9  | 11 | 11 | 48 | 32 | 29 | 38 | 40 | 31 | 32 | 26 |
|         | 10 | 13 | 12 | 9  | 9  | 8  | 8  | 9  | 11 | 52 | 38 | 32 | 43 | 42 | 29 | 30 | 25 |
|         | 11 | 10 | 10 | 8  | 9  | 9  | 9  | 11 | 12 | 46 | 32 | 28 | 33 | 42 | 34 | 36 | 35 |
|         | 12 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 8  | 10 | 10 | 39 | 36 | 20 | 29 | 40 | 32 | 45 | 50 |
|         | 13 | 10 | 9  | 8  | 8  | 11 | 7  | 10 | 12 | 36 | 41 | 26 | 46 | 39 | 43 | 41 | 40 |
|         | 14 | 12 | 11 | 9  | 9  | 10 | 10 | 12 | 11 | 50 | 37 | 30 | 43 | 40 | 33 | 37 | 37 |
|         | 15 | 13 | 12 | 9  | 10 | 11 | 11 | 13 | 12 | 47 | 40 | 26 | 31 | 36 | 34 | 36 | 39 |
|         | 16 | 16 | 15 | 12 | 12 | 10 | 10 | 11 | 13 | 42 | 33 | 29 | 25 | 42 | 33 | 37 | 29 |
|         | 17 | 15 | 15 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 37 | 28 | 19 | 16 | 40 | 29 | 35 | 33 |
|         | 18 | 9  | 9  | 7  | 7  | 10 | 10 | 7  | 7  | 40 | 26 | 22 | 20 | 40 | 24 | 28 | 27 |
|         | 19 | 7  | 7  | 5  | 5  | 8  | 7  | 5  | 5  | 43 | 28 | 22 | 20 | 39 | 28 | 31 | 29 |
|         | 20 | 5  | 5  | 3  | 3  | 6  | 6  | 4  | 4  | 42 | 29 | 29 | 16 | 40 | 24 | 35 | 40 |
|         | 21 | 5  | 5  | 4  | 4  | 6  | 5  | 3  | 3  | 53 | 41 | 26 | 22 | 39 | 32 | 32 | 32 |
|         | 22 | 4  | 4  | 3  | 3  | 6  | 5  | 4  | 4  | 60 | 42 | 44 | 33 | 37 | 33 | 24 | 21 |
|         | 23 | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 3  | 3  | 56 | 39 | 34 | 36 | 29 | 38 | 35 | 36 |
| VIERNES | 00 | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 63 | 57 | 51 | 51 | 39 | 40 | 47 | 53 |
|         | 01 | 2  | 2  | 5  | 5  | 4  | 4  | 7  | 7  | 32 | 40 | 26 | 44 | 28 | 35 | 35 | 45 |
|         | 02 | 3  | 4  | 10 | 10 | 5  | 5  | 9  | 9  | 21 | 41 | 27 | 46 | 21 | 35 | 34 | 44 |
|         | 03 | 3  | 5  | 11 | 11 | 5  | 5  | 9  | 9  | 31 | 34 | 28 | 41 | 17 | 23 | 26 | 36 |
|         | 04 | 7  | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 16 | 16 | 39 | 33 | 34 | 49 | 27 | 37 | 38 | 43 |
|         | 05 | 14 | 13 | 13 | 13 | 10 | 10 | 14 | 14 | 45 | 31 | 29 | 41 | 34 | 34 | 40 | 43 |
|         | 06 | 15 | 13 | 10 | 10 | 14 | 14 | 11 | 13 | 60 | 30 | 28 | 39 | 37 | 23 | 38 | 39 |
|         | 07 | 18 | 15 | 12 | 12 | 9  | 9  | 9  | 11 | 49 | 31 | 22 | 25 | 34 | 25 | 34 | 36 |
|         | 08 | 17 | 14 | 11 | 11 | 9  | 9  | 12 | 14 | 47 | 34 | 35 | 47 | 34 | 28 | 32 | 31 |
|         | 09 | 16 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 13 | 14 | 50 | 40 | 31 | 46 | 35 | 26 | 30 | 28 |
|         | 10 | 14 | 12 | 9  | 9  | 10 | 10 | 12 | 13 | 52 | 39 | 35 | 41 | 40 | 36 | 34 | 30 |
|         | 11 | 13 | 12 | 9  | 9  | 10 | 10 | 12 | 13 | 48 | 38 | 34 | 46 | 41 | 34 | 43 | 32 |
|         | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 13 | 43 | 39 | 26 | 37 | 38 | 38 | 49 | 43 |
|         | 13 | 14 | 13 | 12 | 12 | 12 | 10 | 11 | 12 | 51 | 50 | 38 | 45 | 39 | 37 | 36 | 40 |
|         | 14 | 15 | 14 | 11 | 11 | 12 | 11 | 14 | 14 | 59 | 45 | 34 | 48 | 40 | 39 | 32 | 34 |
|         | 15 | 17 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 15 | 14 | 58 | 46 | 45 | 38 | 37 | 38 | 39 | 47 |
|         | 16 | 17 | 16 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 56 | 45 | 40 | 31 | 34 | 35 | 41 | 37 |
|         | 17 | 16 | 15 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 13 | 53 | 39 | 42 | 28 | 44 | 39 | 41 | 36 |
|         | 18 | 13 | 13 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 46 | 33 | 29 | 18 | 34 | 25 | 23 | 19 |
|         | 19 | 8  | 8  | 6  | 6  | 10 | 9  | 7  | 7  | 38 | 25 | 18 | 13 | 39 | 30 | 27 | 23 |
|         | 20 | 8  | 8  | 6  | 6  | 9  | 9  | 9  | 9  | 30 | 23 | 20 | 15 | 35 | 23 | 16 | 16 |
|         | 21 | 6  | 6  | 4  | 4  | 10 | 9  | 8  | 8  | 30 | 21 | 21 | 15 | 29 | 21 | 14 | 13 |
|         | 22 | 6  | 6  | 5  | 5  | 8  | 7  | 5  | 5  | 48 | 31 | 29 | 27 | 29 | 23 | 19 | 19 |
|         | 23 | 4  | 4  | 3  | 3  | 6  | 5  | 5  | 5  | 56 | 41 | 46 | 43 | 26 | 28 | 21 | 23 |
| SABADO  | 00 | 5  | 5  | 5  | 5  | 6  | 6  | 6  | 6  | 61 | 52 | 47 | 45 | 18 | 23 | 26 | 29 |
|         | 01 | 4  | 4  | 7  | 7  | 6  | 6  | 9  | 9  | 45 | 44 | 32 | 39 | 19 | 25 | 25 | 29 |
|         | 02 | 3  | 5  | 11 | 11 | 6  | 6  | 9  | 10 | 55 | 48 | 29 | 42 | 16 | 28 | 32 | 40 |
|         | 03 | 4  | 5  | 10 | 10 | 6  | 6  | 10 | 11 | 57 | 50 | 25 | 35 | 23 | 36 | 34 | 44 |
|         | 04 | 7  | 7  | 9  | 9  | 10 | 10 | 16 | 17 | 56 | 52 | 39 | 44 | 19 | 28 | 31 | 37 |
|         | 05 | 13 | 12 | 9  | 9  | 12 | 12 | 15 | 15 | 58 | 48 | 36 | 44 | 28 | 27 | 34 | 33 |
|         | 06 | 16 | 13 | 12 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 61 | 48 | 35 | 37 | 37 | 28 | 41 | 39 |
|         | 07 | 18 | 14 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 15 | 60 | 39 | 38 | 44 | 28 | 25 | 29 | 28 |
|         | 08 | 19 | 15 | 11 | 11 | 12 | 12 | 15 | 18 | 57 | 41 | 38 | 41 | 34 | 30 | 33 | 28 |
|         | 09 | 17 | 13 | 11 | 11 | 12 | 12 | 14 | 17 | 60 | 50 | 41 | 47 | 33 | 29 | 25 | 23 |
|         | 10 | 14 | 12 | 9  | 9  | 12 | 12 | 14 | 17 | 62 | 55 | 47 | 51 | 33 | 27 | 30 | 25 |
|         | 11 | 15 | 14 | 11 | 11 | 11 | 11 | 13 | 13 | 55 | 38 | 27 | 28 | 40 | 33 | 40 | 38 |
|         | 12 | 15 | 14 | 14 | 14 | 11 | 10 | 11 | 14 | 70 | 51 | 29 | 33 | 38 | 35 | 42 | 38 |
|         | 13 | 17 | 16 | 15 | 15 | 9  | 8  | 9  | 12 | 72 | 53 | 33 | 36 | 49 | 47 | 53 | 49 |
|         | 14 | 16 | 15 | 14 | 14 | 10 | 9  | 10 | 10 | 59 | 42 | 33 | 36 | 57 | 55 | 56 | 61 |
|         | 15 | 18 | 17 | 13 | 13 | 11 | 10 | 11 | 12 | 60 | 49 | 35 | 33 | 50 | 51 | 49 | 52 |
|         | 16 | 18 | 17 | 13 | 13 | 9  | 9  | 10 | 11 | 59 | 41 | 36 | 27 | 60 | 50 | 50 | 42 |
|         | 17 | 17 | 17 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | 48 | 25 | 19 | 14 | 50 | 42 | 47 | 40 |
|         | 18 | 11 | 11 | 8  | 8  | 12 | 12 | 12 | 12 | 48 | 30 | 23 | 18 | 55 | 47 | 36 | 28 |
|         | 19 | 8  | 8  | 6  | 6  | 10 | 10 | 12 | 12 | 54 | 26 | 21 | 18 | 36 | 25 | 25 | 20 |
|         | 20 | 6  | 6  | 4  | 4  | 10 | 9  | 7  | 7  | 46 | 33 | 27 | 21 | 38 | 30 | 23 | 15 |
|         | 21 | 5  | 5  | 4  | 4  | 7  | 7  | 5  | 5  | 46 | 28 | 30 | 21 | 59 | 50 | 31 | 27 |
|         | 22 | 5  | 5  | 3  | 3  | 6  | 5  | 3  | 3  | 53 | 30 | 31 | 25 | 49 | 47 | 43 | 36 |
|         | 23 | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 63 | 49 | 43 | 45 | 40 | 36 | 24 | 19 |
| DOMINGO | 00 | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 64 | 56 | 56 | 57 | 40 | 36 | 36 | 40 |
|         | 01 | 3  | 3  | 6  | 6  | 3  | 3  | 6  | 7  | 58 | 59 | 41 | 48 | 33 | 42 | 33 | 33 |
|         | 02 | 3  | 5  | 9  | 9  | 3  | 3  | 6  | 7  | 31 | 40 | 24 | 40 | 37 | 42 | 36 | 37 |
|         | 03 | 4  | 4  | 9  | 9  | 3  | 3  | 7  | 7  | 47 | 55 | 27 | 33 | 40 | 51 | 36 | 45 |
|         | 04 | 6  | 7  | 10 | 11 | 5  | 5  | 11 | 11 | 56 | 47 | 26 | 40 | 32 | 42 | 39 | 42 |
|         | 05 | 13 | 11 | 8  | 8  | 5  | 5  | 8  | 8  | 56 | 51 | 35 | 43 | 29 | 29 | 30 | 33 |
|         | 06 | 15 | 12 | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 9  | 51 | 44 | 29 | 43 | 49 | 39 | 49 | 45 |
|         | 07 | 16 | 13 | 10 | 11 | 8  | 8  | 8  | 8  | 53 | 42 | 27 | 33 | 43 | 37 | 46 | 49 |
|         | 08 | 16 | 14 | 11 | 11 | 8  | 8  | 8  | 8  | 55 | 46 | 33 | 40 | 52 | 41 | 53 | 53 |
|         | 09 | 15 | 12 | 10 | 10 | 8  | 8  | 8  | 8  | 53 | 44 | 38 | 50 | 54 | 43 | 50 | 48 |
|         | 10 | 12 | 11 | 9  | 9  | 10 | 10 | 9  | 10 | 40 | 30 | 28 | 41 | 61 | 45 | 51 | 50 |
|         | 11 | 12 | 11 | 9  | 9  | 12 | 12 | 11 | 13 | 46 | 35 | 29 | 43 | 47 | 37 | 58 | 46 |
|         | 12 | 7  | 7  | 6  | 6  | 12 | 9  | 12 | 15 | 33 | 37 | 32 | 54 | 34 | 38 | 57 | 57 |
|         | 13 | 7  | 6  | 6  | 6  | 15 | 13 | 15 | 18 | 46 | 49 | 38 | 64 | 33 | 42 | 54 | 55 |
|         | 14 | 8  | 8  | 8  | 8  | 16 | 15 | 17 | 18 | 63 | 61 | 51 | 64 | 41 | 42 | 47 | 56 |
|         | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 13 | 13 | 17 | 18 | 54 | 59 | 47 | 48 | 39 | 45 | 54 | 63 |
|         | 16 | 12 | 11 | 8  | 8  | 15 | 15 | 15 | 17 | 45 | 41 | 47 | 40 | 31 | 31 | 52 | 58 |
|         | 17 | 14 | 14 | 10 | 10 | 12 | 12 | 11 | 13 | 41 | 40 | 50 | 46 | 39 | 37 | 54 | 54 |
|         | 18 | 14 | 14 | 10 | 10 | 12 | 12 | 7  | 7  | 34 | 28 | 27 | 23 | 34 | 28 | 59 | 70 |
|         | 19 | 13 | 13 | 10 | 10 | 11 | 8  | 6  | 7  | 32 | 25 | 23 | 20 | 40 | 44 | 62 | 67 |
|         | 20 | 11 | 11 | 8  | 8  | 9  | 8  | 6  | 6  | 28 | 25 | 29 | 27 | 45 | 41 | 52 | 56 |
|         | 21 | 11 | 11 | 9  | 9  | 8  | 7  | 5  | 5  | 31 | 28 | 29 | 24 | 43 | 45 | 56 | 59 |
|         | 22 | 11 | 11 | 8  | 8  | 8  | 7  | 5  | 5  | 13 | 13 | 21 | 20 | 38 | 41 | 57 | 54 |
|         | 23 | 9  | 9  | 8  | 8  | 5  | 5  | 5  | 5  | 10 | 14 | 15 | 18 | 37 | 45 | 43 | 44 |

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis e Interpretación

Una vez hecho la hoja Excel del punto 3.3.5 procedemos a ingresar nuestras restricciones al software Open Solver.

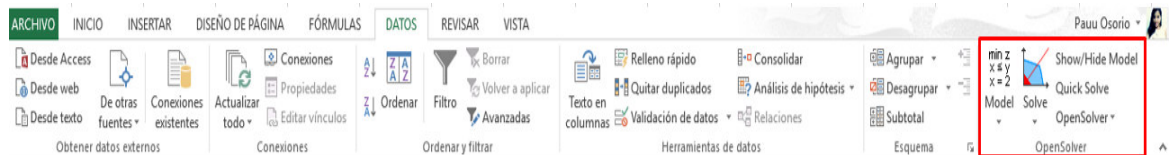


Figura 4.1.1:Ubicación de la opcion del Open Solver.

Fuente:Microsoft Excel.

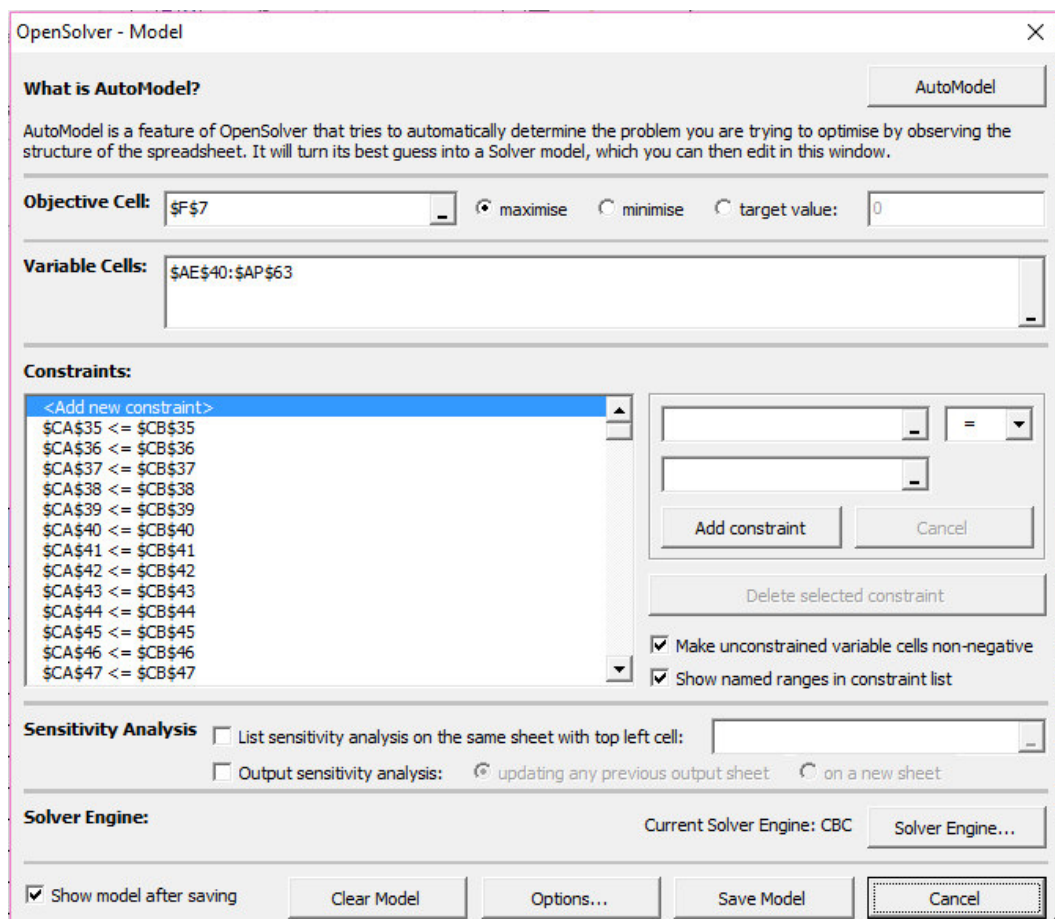


Figura 4.1.2:Modelo para ingresar restricciones y variables en Open Solver.

Fuente:Open Solver

Procedemos a correr el programa y automáticamente se rellenará nuestra tabla con los viajes distribuidos.

| TURNOS           | ORIGEN | RUMBO SUR |        |         |        |         |       | RUMBO NORTE |         |        |      |         |        |
|------------------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|-------|-------------|---------|--------|------|---------|--------|
|                  |        | LIMA      |        |         | CAÑETE | CHINCHA | PISCO | ICA         |         |        |      | CHINCHA | CANETE |
|                  | DIA    | DESTINO   | CAÑETE | CHINCHA | ICA    | ICA     | ICA   | PISCO       | CHINCHA | CAÑETE | LIMA | LIMA    | LIMA   |
| <b>LUNES</b>     | 00:00  |           | 7      | 7       | 7      | 9       | 9     | 9           | 8       | 8      | 8    | 12      | 12     |
|                  | 01:00  |           | 4      | 4       | 4      | 8       | 8     | 8           | 8       | 8      | 8    | 15      | 16     |
|                  | 02:00  |           | 4      | 4       | 4      | 10      | 10    | 10          | 8       | 8      | 8    | 15      | 15     |
|                  | 03:00  |           | 6      | 6       | 6      | 11      | 12    | 12          | 9       | 9      | 9    | 15      | 15     |
|                  | 04:00  |           | 12     | 12      | 12     | 13      | 13    | 13          | 9       | 9      | 9    | 12      | 12     |
|                  | 05:00  |           | 18     | 18      | 17     | 15      | 15    | 15          | 12      | 12     | 12   | 13      | 14     |
|                  | 06:00  |           | 19     | 19      | 15     | 12      | 12    | 12          | 15      | 15     | 15   | 12      | 14     |
|                  | 07:00  |           | 18     | 18      | 15     | 12      | 12    | 12          | 8       | 8      | 8    | 8       | 9      |
|                  | 08:00  |           | 14     | 14      | 12     | 10      | 11    | 11          | 8       | 8      | 8    | 10      | 13     |
|                  | 09:00  |           | 13     | 13      | 12     | 10      | 10    | 10          | 8       | 8      | 8    | 10      | 11     |
|                  | 10:00  |           | 12     | 12      | 11     | 8       | 8     | 8           | 9       | 9      | 9    | 10      | 12     |
|                  | 11:00  |           | 9      | 9       | 9      | 7       | 7     | 7           | 10      | 10     | 10   | 12      | 13     |
|                  | 12:00  |           | 9      | 9       | 9      | 10      | 10    | 10          | 11      | 10     | 10   | 11      | 11     |
|                  | 13:00  |           | 9      | 9       | 9      | 9       | 9     | 9           | 11      | 7      | 7    | 10      | 11     |
|                  | 14:00  |           | 10     | 10      | 9      | 8       | 8     | 8           | 9       | 9      | 9    | 11      | 10     |
|                  | 15:00  |           | 13     | 13      | 12     | 8       | 8     | 8           | 12      | 12     | 12   | 14      | 13     |
|                  | 16:00  |           | 14     | 14      | 13     | 10      | 12    | 12          | 12      | 12     | 12   | 10      | 11     |
|                  | 17:00  |           | 13     | 13      | 13     | 10      | 10    | 10          | 11      | 11     | 11   | 9       | 9      |
|                  | 18:00  |           | 10     | 10      | 10     | 7       | 7     | 7           | 10      | 10     | 10   | 8       | 8      |
|                  | 19:00  |           | 8      | 8       | 8      | 6       | 6     | 6           | 9       | 8      | 8    | 5       | 5      |
|                  | 20:00  |           | 6      | 6       | 6      | 5       | 5     | 5           | 9       | 9      | 9    | 7       | 7      |
|                  | 21:00  |           | 6      | 6       | 5      | 4       | 4     | 4           | 8       | 7      | 7    | 5       | 5      |
|                  | 22:00  |           | 4      | 4       | 4      | 4       | 4     | 4           | 7       | 6      | 6    | 5       | 5      |
|                  | 23:00  |           | 4      | 4       | 4      | 3       | 3     | 3           | 5       | 4      | 4    | 4       | 4      |
| <b>MARTES</b>    | 00:00  |           | 3      | 3       | 3      | 3       | 3     | 3           | 4       | 4      | 4    | 4       | 4      |
|                  | 01:00  |           | 2      | 2       | 2      | 6       | 6     | 6           | 4       | 4      | 4    | 7       | 7      |
|                  | 02:00  |           | 2      | 2       | 3      | 9       | 9     | 9           | 5       | 5      | 5    | 9       | 9      |
|                  | 03:00  |           | 3      | 3       | 4      | 9       | 9     | 9           | 6       | 6      | 6    | 10      | 11     |
|                  | 04:00  |           | 6      | 6       | 7      | 7       | 7     | 7           | 9       | 9      | 9    | 15      | 16     |
|                  | 05:00  |           | 15     | 15      | 14     | 13      | 13    | 13          | 11      | 11     | 11   | 14      | 14     |
|                  | 06:00  |           | 18     | 18      | 15     | 12      | 12    | 12          | 14      | 14     | 14   | 11      | 12     |
|                  | 07:00  |           | 17     | 17      | 14     | 11      | 11    | 11          | 9       | 9      | 9    | 9       | 12     |
|                  | 08:00  |           | 15     | 15      | 13     | 10      | 10    | 10          | 9       | 9      | 9    | 9       | 11     |
|                  | 09:00  |           | 14     | 14      | 13     | 9       | 9     | 9           | 9       | 9      | 9    | 11      | 13     |
|                  | 10:00  |           | 13     | 13      | 12     | 9       | 9     | 9           | 9       | 9      | 9    | 10      | 10     |
|                  | 11:00  |           | 10     | 10      | 10     | 8       | 8     | 8           | 10      | 10     | 10   | 12      | 12     |
|                  | 12:00  |           | 9      | 9       | 9      | 9       | 9     | 9           | 10      | 9      | 9    | 11      | 13     |
|                  | 13:00  |           | 9      | 9       | 8      | 7       | 8     | 8           | 12      | 8      | 8    | 12      | 13     |
|                  | 14:00  |           | 12     | 12      | 11     | 9       | 9     | 9           | 11      | 11     | 11   | 14      | 13     |
|                  | 15:00  |           | 13     | 13      | 12     | 9       | 10    | 10          | 12      | 12     | 12   | 13      | 13     |
|                  | 16:00  |           | 14     | 14      | 13     | 11      | 11    | 11          | 10      | 10     | 10   | 11      | 12     |
|                  | 17:00  |           | 15     | 15      | 15     | 12      | 12    | 12          | 10      | 10     | 10   | 10      | 10     |
|                  | 18:00  |           | 8      | 8       | 8      | 6       | 6     | 6           | 10      | 10     | 10   | 7       | 7      |
|                  | 19:00  |           | 6      | 6       | 6      | 5       | 5     | 5           | 7       | 6      | 6    | 4       | 4      |
|                  | 20:00  |           | 5      | 5       | 5      | 3       | 3     | 3           | 6       | 6      | 6    | 4       | 4      |
|                  | 21:00  |           | 4      | 4       | 4      | 3       | 3     | 3           | 6       | 5      | 5    | 3       | 3      |
|                  | 22:00  |           | 5      | 5       | 5      | 3       | 3     | 3           | 6       | 5      | 5    | 4       | 4      |
|                  | 23:00  |           | 5      | 5       | 5      | 5       | 5     | 5           | 4       | 3      | 3    | 3       | 3      |
| <b>MIÉRCOLES</b> | 00:00  |           | 3      | 3       | 3      | 3       | 3     | 3           | 4       | 4      | 4    | 4       | 4      |
|                  | 01:00  |           | 2      | 2       | 2      | 6       | 6     | 6           | 4       | 4      | 4    | 7       | 7      |
|                  | 02:00  |           | 2      | 2       | 3      | 9       | 9     | 9           | 4       | 4      | 4    | 8       | 9      |
|                  | 03:00  |           | 3      | 3       | 4      | 10      | 10    | 10          | 6       | 6      | 6    | 10      | 10     |
|                  | 04:00  |           | 6      | 6       | 7      | 7       | 8     | 8           | 9       | 9      | 9    | 15      | 15     |
|                  | 05:00  |           | 15     | 15      | 14     | 13      | 14    | 14          | 12      | 12     | 12   | 15      | 15     |
|                  | 06:00  |           | 16     | 16      | 13     | 10      | 11    | 11          | 11      | 11     | 11   | 8       | 9      |
|                  | 07:00  |           | 15     | 15      | 13     | 9       | 9     | 9           | 8       | 8      | 8    | 8       | 10     |
|                  | 08:00  |           | 15     | 15      | 13     | 10      | 11    | 11          | 9       | 9      | 9    | 9       | 11     |
|                  | 09:00  |           | 13     | 13      | 13     | 9       | 9     | 9           | 9       | 9      | 9    | 11      | 12     |
|                  | 10:00  |           | 13     | 13      | 12     | 9       | 9     | 9           | 9       | 9      | 9    | 10      | 11     |
|                  | 11:00  |           | 10     | 10      | 10     | 8       | 8     | 8           | 10      | 10     | 10   | 12      | 13     |
|                  | 12:00  |           | 9      | 9       | 9      | 9       | 9     | 9           | 10      | 9      | 9    | 11      | 12     |
|                  | 13:00  |           | 10     | 10      | 9      | 9       | 9     | 9           | 12      | 8      | 8    | 12      | 12     |
|                  | 14:00  |           | 12     | 12      | 11     | 9       | 9     | 9           | 11      | 11     | 11   | 14      | 13     |
|                  | 15:00  |           | 15     | 15      | 14     | 11      | 12    | 12          | 8       | 8      | 8    | 10      | 10     |
|                  | 16:00  |           | 14     | 14      | 13     | 10      | 11    | 11          | 9       | 9      | 9    | 10      | 11     |
|                  | 17:00  |           | 14     | 14      | 14     | 11      | 11    | 11          | 10      | 10     | 10   | 9       | 9      |
|                  | 18:00  |           | 7      | 7       | 7      | 5       | 5     | 5           | 11      | 11     | 11   | 8       | 8      |
|                  | 19:00  |           | 7      | 7       | 7      | 5       | 5     | 5           | 7       | 6      | 6    | 4       | 4      |
|                  | 20:00  |           | 6      | 6       | 6      | 4       | 4     | 4           | 6       | 6      | 6    | 4       | 4      |
|                  | 21:00  |           | 5      | 5       | 5      | 4       | 4     | 4           | 6       | 5      | 5    | 3       | 3      |
|                  | 22:00  |           | 4      | 4       | 4      | 3       | 3     | 3           | 6       | 5      | 5    | 4       | 4      |
|                  | 23:00  |           | 5      | 5       | 5      | 4       | 4     | 4           | 4       | 3      | 3    | 3       | 3      |

|                |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>JUEVES</b>  | 00:00 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
|                | 01:00 | 2  | 2  | 2  | 6  | 6  | 6  | 4  | 4  | 4  | 4  | 7  | 7  |
|                | 02:00 | 2  | 2  | 3  | 9  | 9  | 9  | 5  | 5  | 5  | 9  | 9  | 9  |
|                | 03:00 | 3  | 3  | 5  | 11 | 12 | 12 | 6  | 6  | 6  | 10 | 10 | 10 |
|                | 04:00 | 6  | 6  | 6  | 6  | 7  | 7  | 9  | 9  | 9  | 15 | 16 | 16 |
|                | 05:00 | 15 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 17 | 17 | 17 |
|                | 06:00 | 18 | 18 | 15 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 8  | 9  | 9  |
|                | 07:00 | 16 | 16 | 13 | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 8  | 8  | 10 | 10 |
|                | 08:00 | 14 | 14 | 12 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 11 | 13 | 13 |
|                | 09:00 | 14 | 14 | 13 | 11 | 11 | 11 | 9  | 9  | 9  | 12 | 13 | 13 |
|                | 10:00 | 13 | 13 | 12 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 10 | 11 | 11 |
|                | 11:00 | 10 | 10 | 10 | 7  | 7  | 7  | 8  | 8  | 8  | 10 | 11 | 11 |
|                | 12:00 | 9  | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 9  | 8  | 8  | 10 | 11 | 11 |
|                | 13:00 | 10 | 10 | 9  | 8  | 8  | 8  | 11 | 7  | 7  | 11 | 12 | 12 |
|                | 14:00 | 12 | 12 | 11 | 9  | 9  | 9  | 11 | 11 | 11 | 14 | 14 | 14 |
|                | 15:00 | 15 | 15 | 14 | 11 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 14 | 13 | 13 |
|                | 16:00 | 16 | 16 | 15 | 12 | 13 | 13 | 10 | 10 | 10 | 8  | 9  | 9  |
|                | 17:00 | 15 | 15 | 15 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9  | 9  | 9  |
|                | 18:00 | 9  | 9  | 9  | 7  | 7  | 7  | 10 | 10 | 10 | 7  | 7  | 7  |
|                | 19:00 | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 7  | 6  | 6  | 4  | 4  | 4  |
|                | 20:00 | 5  | 5  | 5  | 3  | 3  | 3  | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  |
|                | 21:00 | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 6  | 5  | 5  | 3  | 3  | 3  |
|                | 22:00 | 5  | 5  | 5  | 3  | 3  | 3  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  |
|                | 23:00 | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| <b>VIERNES</b> | 00:00 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
|                | 01:00 | 2  | 2  | 2  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 7  | 7  | 7  |
|                | 02:00 | 3  | 3  | 4  | 10 | 10 | 10 | 5  | 5  | 5  | 8  | 9  | 9  |
|                | 03:00 | 4  | 4  | 6  | 12 | 12 | 12 | 6  | 6  | 6  | 10 | 10 | 10 |
|                | 04:00 | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 9  | 9  | 9  | 15 | 15 | 15 |
|                | 05:00 | 15 | 15 | 14 | 13 | 14 | 14 | 10 | 10 | 10 | 14 | 14 | 14 |
|                | 06:00 | 17 | 17 | 15 | 12 | 12 | 12 | 15 | 15 | 15 | 12 | 13 | 13 |
|                | 07:00 | 16 | 16 | 13 | 11 | 11 | 11 | 9  | 9  | 9  | 10 | 13 | 13 |
|                | 08:00 | 17 | 17 | 14 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 14 | 15 | 15 |
|                | 09:00 | 17 | 17 | 14 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 14 | 16 | 16 |
|                | 10:00 | 15 | 15 | 13 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 13 | 15 | 15 |
|                | 11:00 | 13 | 13 | 12 | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 13 | 13 |
|                | 12:00 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 |
|                | 13:00 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 | 12 | 10 | 10 | 11 | 13 | 13 |
|                | 14:00 | 15 | 15 | 14 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 14 | 15 | 15 |
|                | 15:00 | 17 | 17 | 16 | 12 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 |
|                | 16:00 | 17 | 17 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 15 | 15 |
|                | 17:00 | 16 | 16 | 15 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 14 | 15 | 15 |
|                | 18:00 | 16 | 16 | 15 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 |
|                | 19:00 | 11 | 11 | 11 | 8  | 8  | 8  | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
|                | 20:00 | 9  | 9  | 9  | 7  | 7  | 7  | 10 | 10 | 10 | 7  | 7  | 7  |
|                | 21:00 | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  | 10 | 9  | 9  | 7  | 7  | 7  |
|                | 22:00 | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 8  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  |
|                | 23:00 | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 6  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
| <b>SABADO</b>  | 00:00 | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |
|                | 01:00 | 3  | 3  | 4  | 7  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 9  | 9  | 9  |
|                | 02:00 | 3  | 3  | 5  | 11 | 11 | 11 | 6  | 6  | 6  | 10 | 10 | 10 |
|                | 03:00 | 4  | 4  | 4  | 9  | 10 | 10 | 6  | 6  | 6  | 10 | 12 | 12 |
|                | 04:00 | 7  | 7  | 7  | 9  | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 |
|                | 05:00 | 13 | 13 | 11 | 8  | 9  | 9  | 12 | 12 | 12 | 14 | 16 | 16 |
|                | 06:00 | 16 | 16 | 13 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 |
|                | 07:00 | 17 | 17 | 13 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 13 | 16 | 16 |
|                | 08:00 | 18 | 18 | 14 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 15 | 16 | 16 |
|                | 09:00 | 17 | 17 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 |
|                | 10:00 | 15 | 15 | 13 | 13 | 13 | 13 | 7  | 7  | 7  | 8  | 10 | 10 |
|                | 11:00 | 11 | 11 | 10 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 11 | 13 | 13 |
|                | 12:00 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 9  | 9  | 10 | 13 | 13 |
|                | 13:00 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | 12 | 11 | 11 | 12 | 15 | 15 |
|                | 14:00 | 18 | 18 | 17 | 13 | 13 | 13 | 11 | 10 | 10 | 11 | 13 | 13 |
|                | 15:00 | 15 | 15 | 14 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 13 | 12 | 12 |
|                | 16:00 | 4  | 4  | 4  | 2  | 3  | 3  | 12 | 12 | 12 | 13 | 14 | 14 |
|                | 17:00 | 14 | 14 | 14 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
|                | 18:00 | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 8  |
|                | 19:00 | 7  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 8  | 8  | 8  | 6  | 6  | 6  |
|                | 20:00 | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  |
|                | 21:00 | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  | 8  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  |
|                | 22:00 | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 2  | 2  | 2  |
|                | 23:00 | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
| <b>DOMINGO</b> | 00:00 | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                | 01:00 | 4  | 4  | 4  | 7  | 7  | 7  | 2  | 2  | 2  | 5  | 5  | 5  |
|                | 02:00 | 4  | 4  | 4  | 8  | 8  | 8  | 3  | 3  | 3  | 6  | 7  | 7  |
|                | 03:00 | 4  | 4  | 5  | 10 | 10 | 10 | 3  | 3  | 3  | 7  | 7  | 7  |
|                | 04:00 | 6  | 6  | 7  | 9  | 10 | 10 | 4  | 4  | 4  | 8  | 8  | 8  |
|                | 05:00 | 14 | 14 | 12 | 9  | 9  | 9  | 5  | 5  | 5  | 8  | 8  | 8  |
|                | 06:00 | 16 | 16 | 13 | 9  | 9  | 9  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  |
|                | 07:00 | 14 | 14 | 11 | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  |
|                | 08:00 | 11 | 11 | 9  | 7  | 7  | 7  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  |
|                | 09:00 | 12 | 12 | 10 | 7  | 7  | 7  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  |
|                | 10:00 | 13 | 13 | 11 | 9  | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 |
|                | 11:00 | 9  | 9  | 8  | 6  | 6  | 6  | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 |
|                | 12:00 | 7  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 12 | 9  | 9  | 12 | 14 | 14 |
|                | 13:00 | 8  | 8  | 7  | 6  | 6  | 6  | 15 | 13 | 13 | 15 | 18 | 18 |
|                | 14:00 | 8  | 8  | 7  | 8  | 8  | 8  | 15 | 15 | 15 | 20 | 21 | 21 |
|                | 15:00 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 14 | 13 | 13 | 17 | 19 | 19 |
|                | 16:00 | 11 | 11 | 10 | 8  | 8  | 8  | 15 | 15 | 15 | 13 | 16 | 16 |
|                | 17:00 | 13 | 13 | 13 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 14 | 15 | 15 |
|                | 18:00 | 12 | 12 | 12 | 8  | 7  | 7  | 11 | 11 | 11 | 8  | 9  | 9  |
|                | 19:00 | 14 | 14 | 14 | 10 | 10 | 10 | 11 | 9  | 9  | 6  | 6  | 6  |
|                | 20:00 | 13 | 13 | 13 | 9  | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 6  | 6  | 6  |
|                | 21:00 | 12 | 12 | 12 | 9  | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 5  | 5  | 5  |
|                | 22:00 | 12 | 12 | 12 | 7  | 7  | 7  | 9  | 8  | 8  | 5  | 5  | 5  |
|                | 23:00 | 11 | 11 | 11 | 7  | 7  | 7  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  |

Figura 4.1.3:Resultados de las distribuciones de viajes para una semana.

Fuente:Elaboracion propia

## 4.2 Presentación de Resultados

Luego comparamos los resultados con los costos e ingresos obtenidos.

### RESULTADOS DEL MODELO DE DISTRIBUCION DE VIAJES

| SITUACION ACTUAL | PASAJEROS | INGRESOS         | VIAJES PROGRAMADOS | COSTO TOTAL      | RENTABILIDAD     |
|------------------|-----------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
|                  | 219,684   | S/. 3,584,489.00 | 1,854              | S/. 1,789,227.00 | S/. 1,795,262.00 |

| MODELO PL | PASAJEROS | INGRESOS         | VIAJES PROGRAMADOS | COSTO TOTAL      | RENTABILIDAD     |
|-----------|-----------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
|           | 219,684   | S/. 3,584,489.00 | 1,587              | S/. 1,583,712.00 | S/. 2,000,777.00 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| PORCENTAJE DE CRECIMIENTO | 11% |
|---------------------------|-----|

Aplicando de nuestro modelo se logró optimizar la distribución de viajes en la empresa de transporte S.A. reduciendo los costos en un 10% e incrementado la rentabilidad en un 11%

Actualmente el promedio de pasajeros por vehículos es 32, habiendo pasajeros por vehículos muy altos (más de 65) y muy bajos promedio de pasajeros por vehículos (menos de 20) con el modelo se tiene un promedio de ocupación de 45 pasajeros por vehículo y un máximo de ocupación en las horas punta de 57 pasajeros (tiene la opción de cubrir hasta 67 pasajeros por vehículo en horas de demanda alta).



## CONCLUSIONES

1. El estudio de investigación desarrolló un modelo de programación lineal para un problema de ruteo de vehículos con capacidad limitada de acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo propuesto permite optimizar la rentabilidad hasta un 11% de lo recaudado en un periodo de una semana.
2. La reducción en costo sería de hasta -10%, actualmente el costo es S/ 1 789 227, esto a partir de una mejora en la calidad de los viajes programados.
3. Los ingresos es el mismo ya que para nuestro modelo era necesario partir de una demanda pasada.
4. Este modelo nos permitirá una mayor captación de pasajeros ya que antes los buses pasaban por un punto con más de 65 pasajeros (casi lleno) y ahora con 57.
5. El uso de una herramienta es un factor importante para la optimización de un sistema, tales así que con esta reducción de costos e incrementando la rentabilidad nos permitirá tomar una mejor decisión al momento de programar los viajes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. Hillier, F., Hillier, M. & Liebermann, G. (2000). "Introduction to Management Science. A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets". México: Editorial Irwin McGraw Hill.
- [2]. Hillier, F., Liebermann, G. (2001). "Introducción a la Investigación de Operaciones". México: Editorial. McGraw-Hill.
- [3]. Jiménez, G. (2009). "Optimización". Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [4]. López, J., Olguín, J. & Camargo C. (2008). Artículo de Investigación "Modelo matemático de transporte aplicado a una compañía dedicada a la manufactura y distribución de juguetes, usando programación lineal entera". México: Universidad Autónoma de Baja California.
- [5]. Mauttone, A., Cancela, H. & Urquhart, M. (2007). "Diseño y optimización de rutas y frecuencias en el transporte colectivo urbano, modelos y algoritmos". Chile: Editorial Sochitran.
- [6]. Muñoz, D. (2014). Tesis de postgrado "Programación del horario de salidas y asignación de buses para un alimentador del Transantiago". Chile: Universidad de Chile.
- [7]. Olivera A. (2004). Artículo de Investigación "Heurísticas para problemas de ruteo de vehículos". Uruguay: Universidad la República.
- [8]. Rocha, L., González, C. & Orjuela, J. (2011). Artículo de Investigación "Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución". Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [9]. Ruz, J. (2010) Tutorial "Introducción a la Programación Matemática". Madrid: Universidad Complutense Madrid.
- [10]. Uribe, O. (2016). Proyecto de Licenciatura "Modelo de Asignación de turnos para la programación de conductores en la operación de sistemas de Transporte Masivo". Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

- [11]. Winston, W. & Albright, S. (1997). "Practical Management Science, Spreadsheet Modeling and Applications". California: Editorial Duxbury Press.
- [12]. Winston, W. (1994). "Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos". México: Grupo Editorial Iberoamericano.

## **ANEXOS**

Noticias relacionadas con el Sector Transporte

### **"BRECHA DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA SE RECRUDECE EN SECTORES ENERGÍA, TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES"**

En infraestructura nos llevan ventaja, opina la Sociedad de Comercio Exterior (Comexperú). Y esta deficiencia se manifiesta en los sectores energía, transporte y telecomunicaciones con brechas de US\$ 32,987 millones, US\$ 20,935 millones y US\$ 19,170 millones, respectivamente.

Dentro del sector transporte (redes viales, ferrocarriles, puertos y aeropuertos), se adjudicaron cuatro proyectos en lo que va del año, por un total de US\$ 7,013 millones, se encuentra por adjudicar uno adicional por US\$ 69 millones y se planea convocar otros dos que significarían una inversión de US\$ 575 millones.

En total, lo programado en el sector transporte abarca una inversión aproximada para los próximos años de US\$ 7,657 millones, es decir, apenas un 37% de la brecha calculada.

¿Qué está haciendo el Gobierno al respecto? Se pregunta Comexperú. La entidad señaló que el Gobierno peruano no está avanzando lo suficiente en cerrar la brecha de infraestructura que aún mantenemos, y le está impidiendo al país aprovechar los beneficios que el desarrollo de la infraestructura trae consigo, como una mayor competitividad, mejores servicios y mayor bienestar.

“Existen mecanismos para empezar a cerrar la brecha en infraestructura como APPs, Obras por Impuestos, y entre otros”, concluyó el informe de Comexperú.

### **VIZCARRA: “AUTOPISTA DE LIMA A PISCO ESTARÁ COMPLETAMENTE LISTA A FINES DEL 2016”**

Domingo, 07 de agosto del 2016

El ministro de Transportes anunció que la próxima semana iniciará la construcción del puente en Tambo de Mora, que había retrasado el proyecto para culminar la construcción al 100% de la autopista de Lima a Pisco.

En los próximos meses habrá más facilidades para quienes viajen hacia el sur, pues se estima que la autopista de **Lima a Pisco** estará totalmente acabada a fines del 2016, anunció el ministro de Transportes, **Martín Vizcarra**.

Asimismo, en el caso de la autopista de **Pisco a Ica**, el ministro señaló que desde la próxima semana iniciará la construcción del puente en Tambo de Mora, que había retrasado el proyecto, para que la autopista de Pisco a Ica esta lista a fines del 2017.